Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

c. 3

collection
ENVIROGUIDE

LE DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

Canada

Juin 1984

85-1701/

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

La collection «Enviroguide» est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

LE DICHLORO 1, 2 ÉTHANE

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

OTTAWA
JUIN 1984
ENVIRONNEMENT CANADA

Publication
distribuée par le Service des publications
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

Édition française de
Ethylene Dichloride
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984
N° de cat. En 48-10/10-1984F
ISBN 0-662-92743-5
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

AVANT-PROPOS

La collection «Enviroguide» a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Remerciements	III
	Liste des figures	VII
	Liste des tableaux	VIII
	Abréviations et symboles	IX
	Définitions	XI
	Sigles	XII
1	**Résumé**	
1.1	Dichloro-1, 2 éthane ($C_2H_4Cl_2$)	1
2	**Propriétés physiques et chimiques**	
3	**Production, transport et commerce**	
3.1	Qualités et titres du produit	10
3.2	Fabricants au Canada	10
3.3	Principaux itinéraires utilisés pour le transport	10
3.4	Production	10
3.5	Fabrication du dichloro-1, 2 éthane	10
3.5.2	Procédé de fabrication	11
3.6	Projets	11
3.7	Principales utilisations au Canada	11
3.8	Principaux acheteurs au Canada	11
4	**Manutention du produit et compatibilité**	
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	12
4.1.1	Transport en vrac	12
4.1.1.1	Wagons-citernes	12
4.1.1.2	Véhicules-citernes routiers	13
4.1.2	Transport en fûts	13
4.2	Déchargement	13
4.2.1	Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes	13
4.2.2	Matériaux de fabrication des organes de déchargement et spécifications	16
4.3	Compatibilité entre le dichloro-1, 2 éthane et certains matériaux	18
5	**Fuite et migration du produit**	
5.1	Aperçu général	21
5.2	Fuite du produit	21
5.2.1	Introduction	21
5.2.2	Nomogrammes relatifs aux fuites	22
5.2.2.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps	22
5.2.2.2	Débit de fuite en fonction du temps d'écoulement	22
5.2.3	Exemples de calcul	22
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	24
5.3.1	Introduction	24
5.3.2	Nomogrammes de diffusion du panache de vapeurs	24
5.3.2.1	Débit d'émission de vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température	24
5.3.2.2	Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	27
5.3.2.3	Demi-largeur maximale du panache dangereux	29
5.3.2.4	Distance parcourue par le panache, en fonction du temps écoulé	29
5.3.2.5	Rayon maximal de la nappe en fonction du volume déversé	34
5.3.3	Étapes du calcul	35
5.4	Comportement dans l'eau	36
5.4.1	Introduction	36
5.4.2	Nomogrammes	40

5.4.2.1	Zone polluée du lit du cours d'eau – aucune dissolution	40
5.4.2.1.1	Vitesse de chute en fonction du diamètre équivalent	40
5.4.2.1.2	Temps de décantation en fonction de la vitesse terminale de chute à différentes vitesses d'écoulement	40
5.4.2.1.3	Distance parcourue en aval en fonction du temps de décantation	40
5.4.2.1.4	Largeur de la nappe en fonction du diamètre équivalent de l'orifice et des hauteurs d'eau	40
5.4.2.2	Teneur en polluant en aval du cours d'eau – dissolution totale	40
5.4.2.2.1	Nomogrammes pour les cours d'eau non soumis aux marées	44
5.4.2.2.1.1	Distance parcourue en fonction du temps	44
5.4.2.2.1.2	Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal	44
5.4.2.2.1.3	Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique	44
5.4.2.2.1.4	Coefficient de diffusion turbulente en fonction de alpha	44
5.4.2.2.1.5	Alpha en fonction de delta	45
5.4.2.2.1.6	Teneur maximale en fonction de delta	45
5.4.2.2.2	Diffusion dans les étendues d'eau calme	45
5.4.2.2.2.1	Volume d'eau en fonction du rayon	45
5.4.2.2.2.2	Teneur moyenne en fonction du volume d'eau	45
5.4.3	Exemples de calcul	45
5.4.3.1	Zone polluée du lit d'un cours d'eau	45
5.4.3.2	Teneur en polluant des cours d'eau non soumis aux marées	55
5.4.3.3	Teneur moyenne en polluant dans les plans d'eau calme et les lacs	55
5.5	Comportement dans la subsurface	56
5.5.1	Introduction	56
5.5.2	Équations décrivant le déplacement du dichloro-1, 2 éthane dans le sol	56
5.5.3	Coefficient de perméabilité en sol saturé du dichloro-1, 2 éthane	56
5.5.4	Sols	58
5.5.5	Nomogrammes de migration	58
5.5.6	Exemple de calcul	58
6	**Protection de l'environnement**	
6.1	Limites maximales admissibles	64
6.1.1	Qualité de l'eau	64
6.1.2	Qualité de l'air	64
6.2	Toxicité pour la vie aquatique	64
6.2.1	Situation aux États-Unis	64
6.2.2	Mesures de la toxicité	64
6.3	Toxicité pour d'autres organismes	65
6.3.1	Toxicité pour le bétail	65
6.3.2	Toxicité pour les plantes	65
6.4	Dégradation	65
6.4.1	Demande biochimique en oxygène	65
6.4.2	Dégradation chimique	66
6.4.3	Autres études	66
6.5	Devenir et effets à long terme	66
7	**Protection de la santé**	
7.1	Normes d'exposition recommandées	67
7.1.1	Indice de toxicité par inhalation	68
7.2	Données sur l'irritation	68
7.2.1	Contact avec la peau	68
7.2.2	Contact avec les yeux	69
7.3	Seuil de perception des caractères organoleptiques	69
7.3.1	Odeur	69
7.3.2	Goût	70
7.4	Études à long terme	70
7.4.1	Inhalation	70
7.4.2	Ingestion	73
7.4.3	Contact cutané	74

7.4.4	Effets cancérogènes	75
7.4.5	Effets mutagènes tératogènes	76
7.5	Symptômes d'exposition	76
7.5.1	Inhalation	76
7.5.2	Ingestion	77
7.5.3	Contact avec la peau	77
7.5.4	Contact avec les yeux	77
7.6	Toxicité des produits de filiation ou de combustion pour l'homme	78
8	**Compatibilité chimique**	
8.1	Compatibilité entre le dichloro-1, 2 éthane et divers produits chimiques	79
9	**Mesures d'intervention et de sécurité**	
9.1	Mesures recommandées	81
9.1.1	Risques d'incendie	81
9.1.2	Moyens d'extinction	81
9.1.3	Mesures d'intervention en cas de déversements accidentels	81
9.1.3.1	Information générale	81
9.1.3.2	Déversements sur le sol	81
9.1.3.3	Déversements dans l'eau	82
9.1.4	Nettoyage et traitement	82
9.1.4.1	Déversements sur le sol	82
9.1.4.2	Déversements dans l'eau	82
9.1.4.3	Information générale	82
9.1.5	Élimination du polluant	82
9.1.6	Données relatives à la filtration sur charbon	82
9.1.7	Mesures de protection	83
9.1.8	Précautions spéciales	83
9.2	Équipement, matériel et techniques spécialisés d'intervention	84
10	**Cas de déversements accidentels**	
10.1	Débordement d'une péniche	85
11	**Identification et dosage des polluants**	
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air	86
11.1.1	Chromatographie en phase gazeuse	86
11.2	Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans l'air	87
11.3	Méthode quantitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans l'eau	87
11.3.1	Spectroscopie infrarouge de partition	87
11.4	Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans l'eau	87
11.5	Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans le sol	87
11.5.1	Spectroscopie infrarouge de partition	87
11.6	Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane	88
12	**Références et bibliographie**	
12.1	Références	89
12.2	Bibliographie	94

LISTE DES FIGURES

1	Tension de vapeur en fonction de la température	7
2	Solubilité dans l'eau en fonction de la température	7
3	Masse volumique du liquide en fonction de la température	8
4	Viscosité du liquide en fonction de la température	8
5	Diagramme de phase	9
6	Wagon-citerne – Classe 111A60W1	14
7	Fûts typiques	17
8	Wagon-citerne percé dans le bas	22
9	Pourcentage de liquide restant/temps d'écoulement	23
10	Débit de fuite/temps d'écoulement	23
11	Formation d'un panache de vapeurs	25
12	Étapes à suivre pour déterminer la zone dangereuse	26
13	Débit d'émission de vapeurs à différentes températures, en fonction du rayon de la nappe	28
14	Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	30
15	Conversion de la TLV (ppm à g/m^3)	31
16	Conversion de la L.I.I. (% de volume à g/m^3)	32
17	Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé	33
18	Zone dangereuse maximale sous un vent invariable	37
19	Zone dangereuse maximale sous un vent variable	37
20	Rayon maximal de la nappe en fonction du volume déversé	38
21	Vitesse de chute en fonction du diamètre équivalent	39
22	Temps de décantation en fonction de la vitesse terminale de chute à différentes vitesses d'écoulement	41
23	Distance parcourue en aval en fonction du temps de décantation	42
24	Largeur de la nappe en fonction du diamètre équivalent de l'orifice et des hauteurs d'eau	43
25	Etapes à suivre pour calculer la teneur en polluant dans un cours d'eau non soumis aux marées	46
26	Distance en fonction du temps	47
27	Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal	48
28	Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique	49
29	Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente	50
30	Delta en fonction de alpha	51
31	Teneur maximale en fonction de delta	52
32	Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique	53
33	Teneur moyenne en fonction du volume d'eau	54
34	Migration dans le sol	57
35	Plan d'utilisation des nomogrammes	59
36	Migration dans le sable grossier	60
37	Migration dans le sable limoneux	61
38	Migration dans le till argileux	62

LISTE DES TABLEAUX

1	Nomogrammes de conversion	6
2	Spécifications relatives aux wagons-citernes	12
3	Spécifications relatives aux wagons-citernes – Classe 111A60W1	15
4	Fûts	16
5	Compatibilité entre le produit et certains matériaux	19
6	Deux catégories de conditions (météorologiques) de stabilité	27
7	Demi-largeurs maximales du panache dangereux	34

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant
atm	Atmosphère
c.f.	Coupelle fermée
c.o.	Coupelle ouverte
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
d	Densité
d vap	Densité de vapeur
d.-v.	Demi-vie
D ext.	Diamètre extérieur
D int.	Diamètre intérieur
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
D_e	Diamètre d'entrée
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme
DMM	Diamètre moyen en masse
DMN	Diamètre moyen en nombre
DMV	Diamètre moyen en volume
DPI	Détecteur à photo-ionisation
D_s	Diamètre de sortie
DL min.	Dose létale minimale
DL 50	Dose létale moyenne
et coll.	et collaborateurs
eV	Électronvolt
f. n. éq.	Fumée normalisée équivalente
gal imp.	Gallon impérial
IDLH	*Immediately Dangerous to Life or Health*
IR	Infrarouge
j	jour
J	Joule
K	Coefficient de perméabilité
l	litre
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité
m	Masse
MAK	Teneur maximale admissible (norme établie par la RFA)
MAK-K	Teneur maximale admissible (norme établie par la RDA)
MAK-D	Teneur maximale admissible – courte durée (norme établie par la RDA)
max.	Maximum
mé/l	Milliéquivalent par litre
MIK	Teneur maximale d'immission (norme établie par la RDA)
min.	Minimum
mn	Minute
M mol.	Masse molaire
M vol.	Masse volumique
mol	Mole
MPT	Moyenne pondérée en fonction du temps
N	Newton
Pa · s	Pascal seconde
pds éq.	Poids équivalent
ppb	Parties par milliard (10^{-9})
ppm	Parties par million (10^{-6})
ppt	Parties par mille (10^{-3})
psi	*Pounds per square inch*
P	Pression
P_c	Pression critique
PEL	*Permissible Exposure Limit*
Po	Poise
Pt cong.	Point de congélation
Pt déf.	Point de déflagration
Pt dét.	Point de détonation
Pt ébul.	Point d'ébullition
Pt écl.	Point d'éclair
Pt écoul.	Point d'écoulement
Pt fus.	Point de fusion
Pt liq.	Point de liquéfaction
PVC	Chlorure de polyvinyle
q	Débit
q_e	Débit d'entrée
q_f	Débit de fuite
q_m	Débit-masse
q_s	Débit de sortie
q_v	Débit-volume
std	Standard
SM	Spectroscopie de masse
St	Stokes
STEL	*Short Term Exposure Limit*
t	Tonne
t	Temps
temp.	Température
$temp._c$	Température critique
TE 50	Teneur efficace moyenne
tf	Tonne forte
TI 50	Teneur inhibitrice moyenne
TLm	Tolérance moyenne
TL min.	Teneur létale minimale
TL 50	Teneur létale moyenne
TLV®	*Threshold Limit Value*
TLV®C	*Threshold Limit Value-Ceiling*
TPN	Température et pression normales

TT min.	Teneur toxique minimale
u	Vitesse du vent
μ	Viscosité
vap	Vapeur
vol.	Volume
V	Vitesse d'écoulement
V biod.	Vitesse de biodégradation
V évap.	Vitesse d'évaporation
^{o}Bé	Degré Baumé
^{o}C	Degré Celsius
ϕ	Diamètre
x	Distance sous le vent
$\not W$	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection «Enviroguide». Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au manuel d'introduction de la collection.

Bio-accumulation. – Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bioconcentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. – Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. – Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance surpasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. – Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. – Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement.

Dose létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. – La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. – Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur des tissus d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH *(Immediately Dangerous to Life or Health).* – Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. – Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un «récepteur» qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. – En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK *(Maximale Arbeidsplatz Konzentration).* – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. – Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL *(Permissible Exposure Limit).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. – Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (TLV – *Short Term Exposure Limit*). – Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. – Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. – Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV®-C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. – La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il y ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). – Rapport de la masse d'une substance dissoute à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV® *(Threshold Limit Value).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV®-C *(Threshold Limit Value-Ceiling).* – Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. – Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)
AWWA	American Water Works Association
CBG	Chemical Buyers' Guide (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)
CCPA	Canadian Chemical Producers Association
CCT	Commission canadienne des transports
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
ITII	International Technical Information Institute (Japon)
MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
MDT	Ministère des Transports (du Canada)
NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
NAS	National Academy of Sciences (USA)
NFPA	National Fire Protection Association (USA)
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NRC	National Research Council (USA)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)

1 RÉSUMÉ

1.1 Dichloro-1, 2 éthane ($C_2H_4Cl_2$)

Le dichloro-1, 2 éthane se présente comme un liquide incolore à odeur éthérée.

Synonymes
Chlorure d'éthylène, dichlorure d'éthylène, dichlorure de glycol, dichlorure d'éthylène, EDC (en anglais), Dutch Oil (en anglais).

N^{os} d'identification
UN 1184; STCC 4909166; CAS 107-06-2; OHM-TADS 7216717.

Qualités et titres
Qualité commerciale; titre de 99,5 à 99,8 p. 100.

Dangers immédiats
Incendie. – Le dichloro-1, 2 éthane est inflammable. La combustion produit des gaz toxiques (chlorure d'hydrogène, monoxyde de carbone, chlore et phosgène). Un retour de flamme peut se produire le long de la traînée de vapeurs.
Effet sur l'homme. – Le dichloro-1, 2 éthane est modérément toxique lorsqu'il y a inhalation, ingestion, contact avec l'épiderme ou pénétration de l'épiderme.
Effet sur l'environnement. – Le dichloro-1, 2 éthane est nocif pour les espèces du milieu aquatique.

Données relatives aux propriétés physiques

État (15 °C; 1 atm)	Liquide
Point d'ébullition	83,5 °C
Point de fusion	- 35,8 °C
Inflammabilité	Inflammable
Point d'éclair	13 °C (coupelle fermée)
Tension de vapeur	8,3 kPa (20 °C)
Masse volumique	1,25 g/ml à 20 °C
Solubilité (dans l'eau)	0,85 g/100 ml
Comportement (dans l'eau)	-
Comportement (dans l'air)	S'évapore lentement
Plage du seuil olfactif	6 à 40 ppm

Dangers pour l'environnement
À des teneurs élevées, le dichloro-1, 2 éthane est toxique pour les espèces aquatiques, les plantes et les micro-organismes.
On le soupçonne de s'accumuler dans la chaîne alimentaire, mais cette bio-accumulation n'est pas scientifiquement prouvée.

Dangers pour l'homme
Teneur maximale admissible établie par l'ACGIH (TLV®):
10 ppm (40 mg/m^3)
Teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé:
1000 ppm (4100 mg/m^3).

Effets en cas d'inhalation. – L'inhalation des vapeurs cause des nausées et des vomissements, des étourdissements et des difficultés respiratoires. L'inhalation de vapeurs très concentrées peut causer la défaillance respiratoire et la mort.

Effets en cas de contact. – Le contact du liquide avec les yeux peut entraîner des brûlures et des dommages réversibles de la cornée. Le contact prolongé avec l'épiderme cause des irritations cutanées. Le liquide est rapidement absorbé par l'épiderme, causant les mêmes symptômes que l'inhalation.

Dispositions immédiates à prendre

• En cas de déversement

Interdire l'accès aux lieux. Apposer la mention: «Produit inflammable». Appeler les pompiers et avertir le fabricant. Éliminer les sources d'inflammation. Arrêter l'écoulement et confiner la nappe de liquide si cela ne présente aucun danger. Éviter tout contact avec le liquide et les vapeurs qu'il dégage. Se tenir face au vent, la nappe derrière soi. Empêcher toute eau polluée d'atteindre un égout ou un cours d'eau.

• En cas d'incendie

Pour éteindre les flammes, utiliser de la mousse, des poudres sèches ou du bioxyde de carbone. Un retour de flamme peut se produire le long de la traînée de vapeurs. Refroidir, avec de l'eau, les récipients exposés aux flammes. Se tenir éloigné des extrémités des citernes.

Mesures d'intervention d'urgence

• Produit dans ou sur le sol

Construire des barrages pour confiner la nappe. Enlever le produit à l'aide de pompes ou d'appareils aspirateurs. Absorber ce qui reste à l'aide de sorbants naturels ou synthétiques. Récupérer les récipients intacts.

• Produit dans ou sur l'eau

Confiner la nappe au moyen de barrages ou par déviation du cours d'eau. Utiliser une pompe de draguage ou une pompe aspirante pour enlever le polluant ou les liquides et les sédiments de fond pollués.

• Produit dans l'air

Utiliser un jet d'eau pulvérisée pour disperser les vapeurs inflammables. Confiner l'eau de déversement afin de l'épurer ou l'enlever par la suite.

Niveau de gravité du risque selon la NAS (étatsunienne)

(Catégorie)	Niveau
Incendie	3
Santé	
Irritation causée par les vapeurs	2
Irritation causée par le produit à l'état solide ou liquide	2
Intoxications	3
Pollution de l'eau	
Toxicité pour l'homme	3
Toxicité pour les espèces aquatiques	2
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	2
Réactivité	
Autres produits chimiques	1
Eau	0
Réaction spontanée	0

Évaluation du risque selon la NFPA (étatsunienne)

Champ inférieur vide: utiliser l'eau comme moyen d'extinction

2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Propriétés physiques	
Aspect	Liquide incolore (DOW MSDS, 1980)
État à l'expédition	Liquide (DOW MSDS, 1980)
État physique (15 °C; 1 atm)	Liquide
Point de congélation	- 35,75 °C (Ullmann, 1975) - 35,36 °C (CRC, 1980)
Point de fusion	83,47 °C (CRC, 1980; ISH, 1977)
Point d'ébullition	5,3 kPa (10 °C) (CRC, 1980) 8,5 kPa (20 °C) (Ullmann, 1975) 13,2 kPa (30 °C) (ISH, 1977)
Tension de vapeur	
Densités	
Masse volumique du liquide	1,252 g/ml (20 °C) (Ullmann, 1975)
Densité relative du liquide	1,250 (25 °C/25 °C) (DOW MSDS, 1980) 1,255 (20 °C/20 °C) (ISH, 1977)
Densité relative de la vapeur	3,42 (DOW MSDS, 1980) 3,88 g/l (point d'ébullition) (ISH, 1977; Ullmann, 1975)
Propriétés relatives à la combustion	
Inflammabilité	Liquide inflammable (NFPA, 1978)
Point d'éclair	
coupelle fermée	13 °C (NFPA, 1978; Ullmann, 1975) 16 °C (CHRIS, 1978)
coupelle ouverte	21 °C (ISH, 1977)
Température d'inflammation spontanée	413 °C (NFPA, 1978) 440 °C (Ullmann, 1975)
Vitesse de combustion	1,6 mm/mn (CHRIS, 1978; Ullmann, 1975)
Limite supérieure d'inflammabilité	16 p. 100 (v/v) (NFPA, 1978; Ullmann, 1975)
Limite inférieure d'inflammabilité	6,2 p. 100 (v/v) (NFPA, 1978)
Caractéristiques de la combustion	Produit une flamme fumeuse (Merck, 1976)
Chaleur de combustion	1134 kJ/mol (vapeur) (CRC, 1980)
Produits de la combustion	Eau, bioxyde de carbone et chlorure d'hydrogène; dans certains cas, phosgène (Ullmann, 1975)
Risque de retour de flamme	Les vapeurs peuvent parcourir une distance considérable jusqu'à une source d'inflammation et provoquer un retour de flamme (NFPA, 1978)
Explosibilité	Les vapeurs forment avec l'air des mélanges explosifs (NFPA, 1978)
Risque d'allumage électrique	**Peut s'enflammer à la suite d'une décharge d'électricité statique**

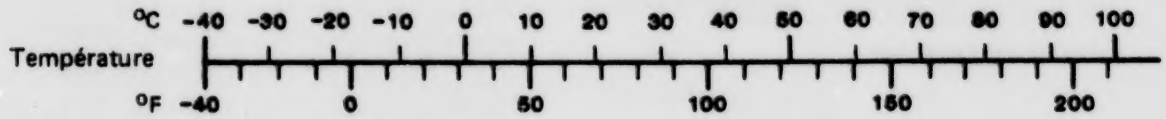
Autres propriétés

Masse moléculaire de la substance pure	98,96 (CRC, 1980) 99,8 p. 100 de dichloro-1, 2 éthane (Olin PDS, 1980)
Composition caractéristique de la qualité commerciale	99,5 p. 100 de dichloro-1, 2 éthane (DOW MSDS, 1980)
Indice de réfraction	1,4412 (25 °C) (Ullmann, 1975) 1,4448 (20 °C) (CRC, 1980)
Viscosité	0,887 mPa · s (15 °C) (CRC, 1980) 0,82 mPa · s (20 °C) (Ullmann, 1975)
Tension interfaciale avec l'air	24,15 mN/m (20 °C) (CRC, 1980) 33,5 mN/m (20 °C) (Ullmann, 1975)
Tension interfaciale avec l'eau	30 mN/m (25 °C) (CHRIS, 1978) (estimation)
Chaleur latente de fusion	8,75 kJ/mol (point de fusion) (CRC, 1980)
Chaleur latente de sublimation	35,4 kJ/mol (25 °C) (Lange's Handbook, 1979; Ullmann, 1975)
Chaleur latente de vaporisation	33,3 kJ/mol (point d'ébullition) (CRC, 1980)
Chaleur de formation	- 165,1 kJ/mol (25 °C) (liquide) (Sussex, 1977) - 129,7 (gaz) (25 °C)
Potentiel d'ionisation	11,04 eV (Berman, 1979)
Capacité thermique massique à pression constante à volume constant	 135 J/mol · °C (25 °C) (CRC, 1980) 128,4 J/mol · °C (25 °C) (ISH, 1977) 121 J/mol · °C (25 °C) (CRC, 1980)
Pression critique	5,370 kPa (Lange's Handbook, 1979) 5,570 kPa (Ullmann, 1975)
Température critique	288 °C (Lange's Handbook, 1978) 290 °C (Ullmann, 1975)
Constante diélectrique	10,55 (20 °C) (Ullmann, 1975)
Résistivité	$9{,}0 \times 10^6$ ohms/cm (ISH, 1977)
Coefficient de dilatation thermique	$1{,}161 \times 10^{-3}$/°C (20 °C) (Lange's Handbook, 1979) (10-30 °C) (Ullmann, 1975)
Conductivité thermique	$0{,}14 \times 10^{-3}$ W/m^{-1} · K^{-1} (50 °C) (Perry, 1973) $0{,}136 \times 10^{-3}$ W/m^{-1} · K^{-1} (25 °C) (Ullmann, 1975)
Teneur de saturation	350 g/m^3 (20 °C) (Verschueren, 1977) 537 g/m^3 (30 °C) (Verschueren, 1977)
Caractère corrosif	En contact avec l'eau et à des températures élevées, corrode le fer et certains autres métaux (MCA, 1971)
Taux d'évaporation	2,4 g/m^2 · s (20 °C) (section 5.3.2.1)

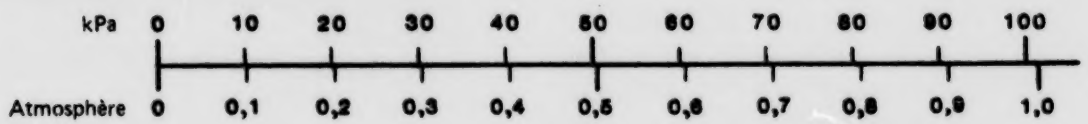
Log_{10} du coefficient de partage octanol/eau	1,48 (Hansh et Leo, 1979)
Solubilité	
de l'eau dans le dichloro-1, 2 éthane	0,16 g/100 ml (20 °C) (ISH, 1977) 0,873 g/100 ml (0 °C) (Ullmann, 1975) 0,8 g/100 ml (20 °C) (DOW MSDS, 1980) 0,895 g/100 ml (35 °C) (Ullmann, 1975)
du produit dans l'eau	
dans d'autres substances courantes	Miscible avec l'éther diéthylique, très soluble dans l'éthanol et soluble dans l'acétone, le benzène et le chloroforme (CRC, 1980)
Azéotropes	Avec l'éthanol: 37 p. 100 (p/p) d'éthanol, au point d'ébullition = 70,3 °C (Ullmann, 1975) avec le méthanol: 32 p. 100 (p/p) de méthanol, au point d'ébullition = 61 °C (Ullmann, 1975) avec l'eau: 8,2 p. 100 (p/p) d'eau, au point d'ébullition = 70,5 °C (Ullmann, 1975; ISH, 1977)

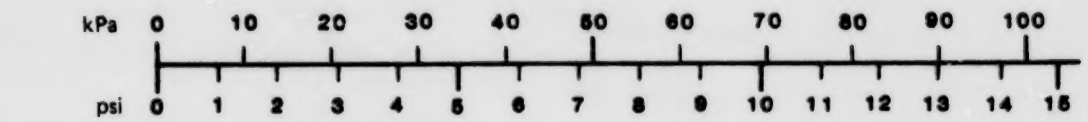
Tableau 1

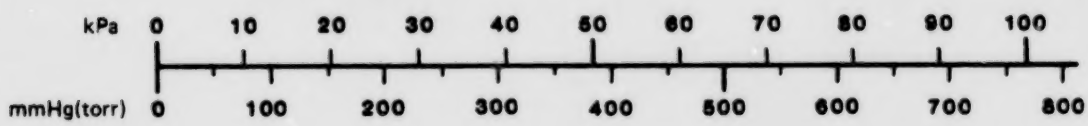
DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **NOMOGRAMMES DE CONVERSION**



Pression — 1 kPa = 1 000 Pa







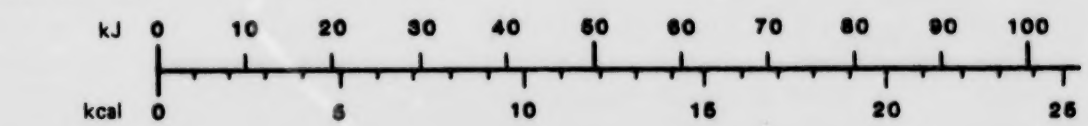
Viscosité

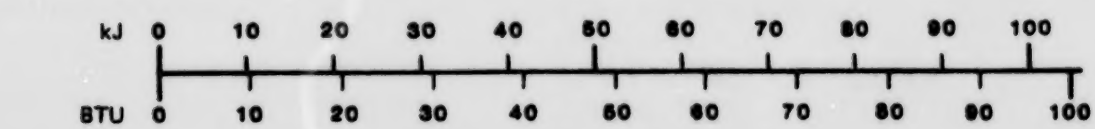
Dynamique — 1 Pa·s = 1 000 centipoises (cPo)

Cinématique — 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)
1 ppm ≅ 1 mg/l

Énergie (chaleur) — 1 kJ = 1 000 J





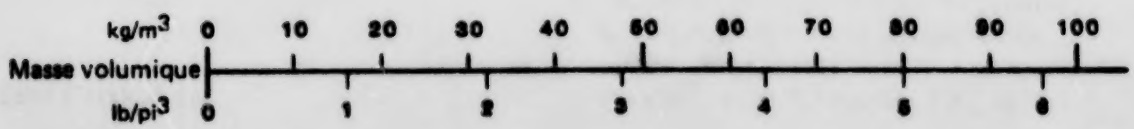


Figure 1

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **TENSION DE VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE**

Référence: CHRIS, 1978

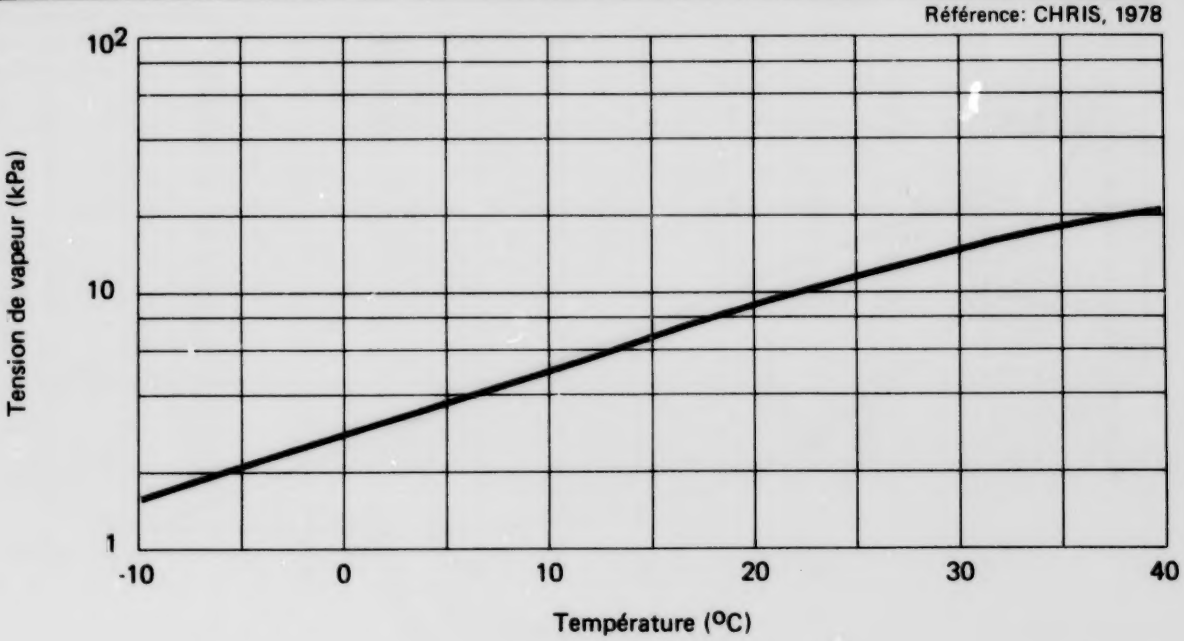


Figure 2

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **SOLUBILITÉ DANS L'EAU EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE**

Référence: Ullmann, 1975

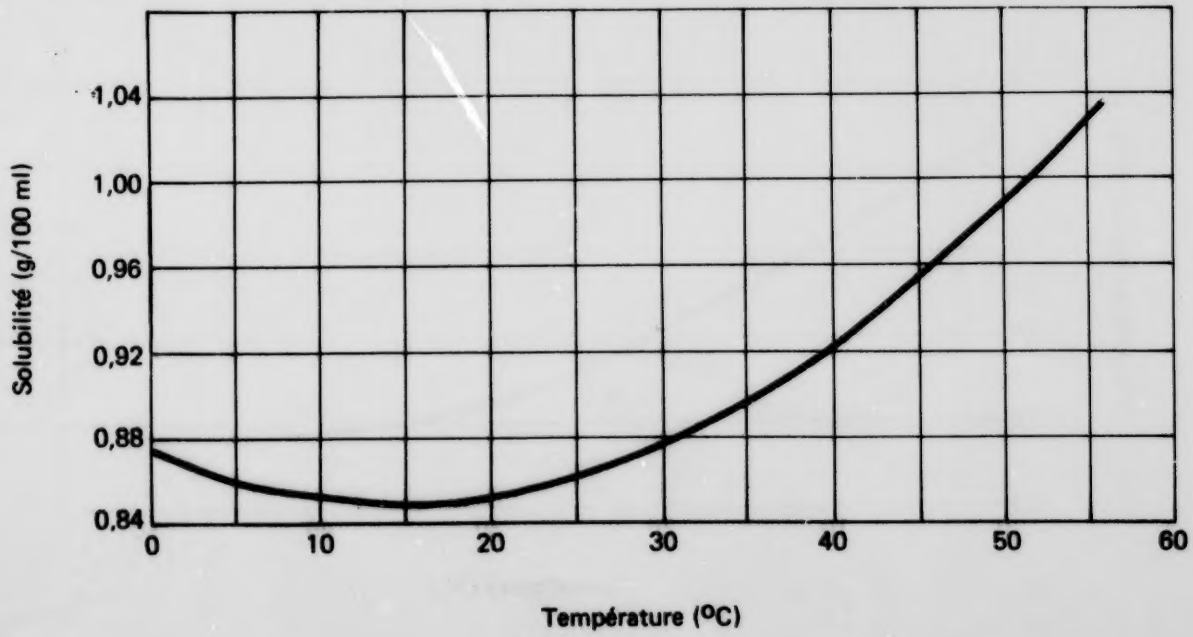


Figure 3

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **MASSE VOLUMIQUE DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE**

Référence: Ullmann, 1975

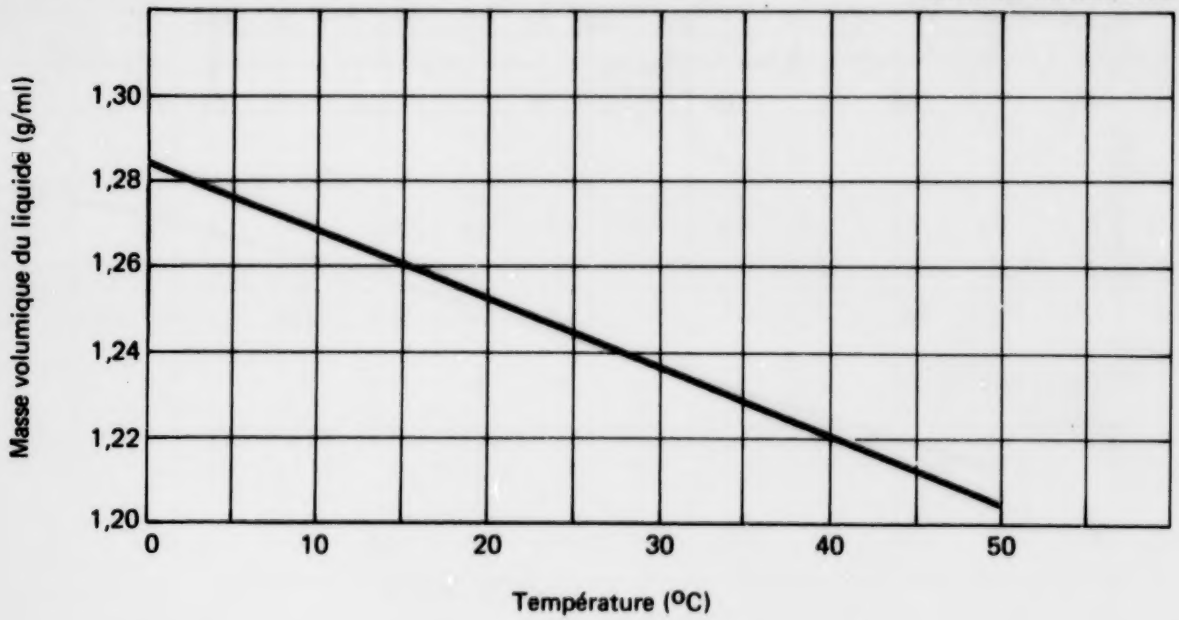


Figure 4

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **VISCOSITÉ DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE**

Référence: Ullmann, 1975

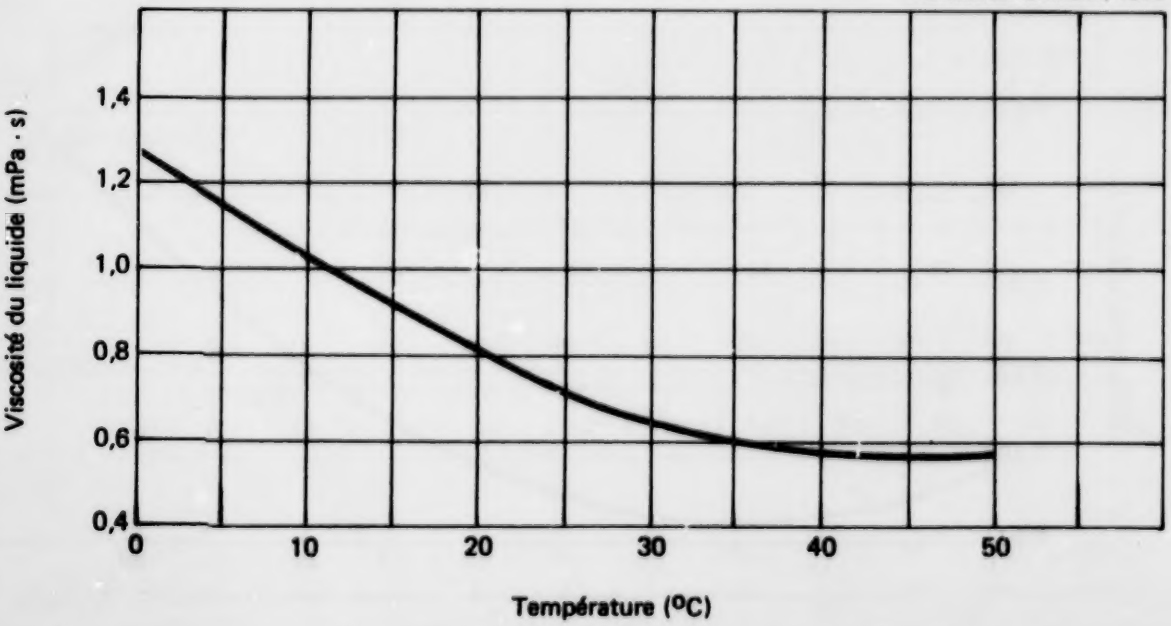
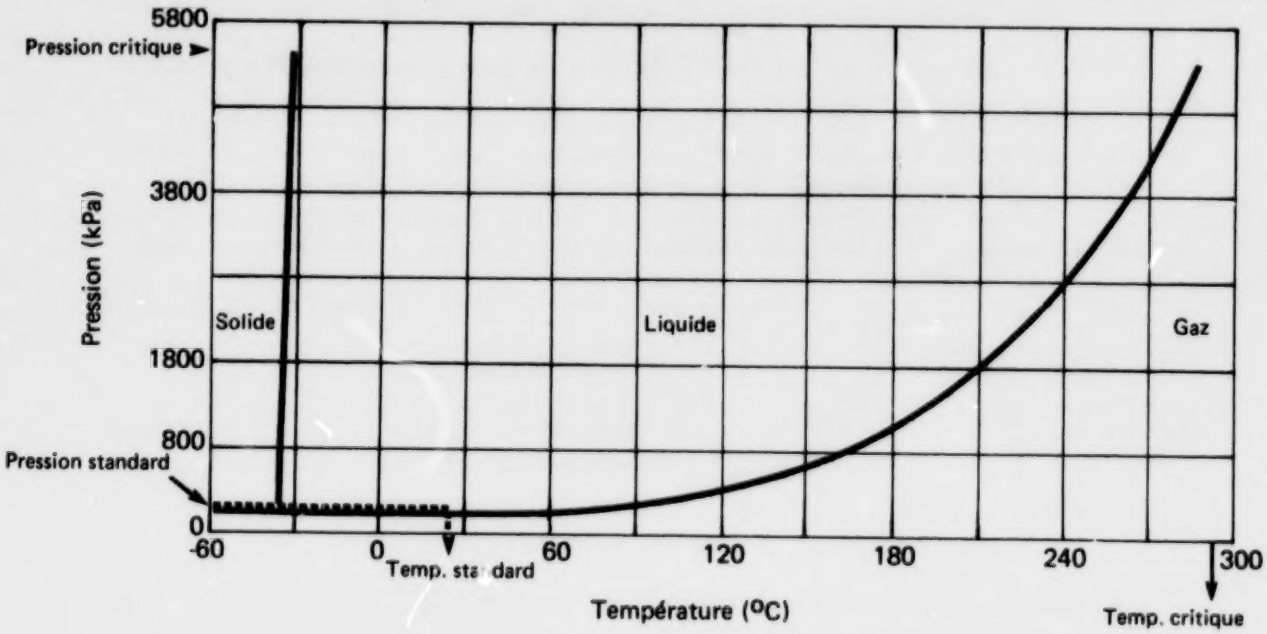


Figure 5

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **DIAGRAMME DE PHASE**



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualité et titres du produit (Olin PDS, 1980; DOW MSDS, 1980)

La qualité commerciale de dichloro-1, 2 éthane a un titre minimum de 99,5 p. 100. Il existe également un titre de 99,8 p. 100.

3.2 Fabricants au Canada (Corpus, 1982; CBG, 1980)

Les adresses qui suivent sont celles des sièges sociaux et ne peuvent donc pas servir comme recours en cas de déversement.

Dow Chemical Canada Inc.
C.P. 1012, Modeland Road
Sarnia, Ontario
N7T 7K7
(519) 339-3131

Ethyl Canada Inc.
48 St. Clair avenue West
Toronto, Ontario
M4V 1M7
(416) 962-1611

3.3 Principaux itinéraires utilisés pour le transport (Corpus, 1983)

La production canadienne actuelle de dichloro-1, 2 éthane provient principalement de l'Alberta (Fort Saskatchewan: 78 p. 100 de la production totale) et de l'Ontario (Sarnia et Corunna: 22 p. 100 de la production totale). Le produit est généralement expédié en vrac aux utilisateurs situés dans le voisinage immédiat des usines de production. Le transport se fait donc surtout dans les régions d'Edmonton et de Sarnia. Une grande partie de la production de Fort Saskatchewan est transporté par rail jusqu'à Vancouver, d'où il est exporté au Japon.

3.4 Production (Corpus, 1982)

Société	Emplacement	Capacité nominale kilotonnes/an (1982)
Dow Chemical Canada	Sarnia (Ontario)	165
Dow Chemical Canada	Fort Saskatchewan (Alb.)	630
Ethyl Canada	Corunna (Ontario)	9
TOTAL		804
Production nationale (1982)		548
Importations (1982)		–
TOTAL		548

3.5 Fabrication du dichloro-1, 2 éthane (FKC, 1975)

3.5.1 Matières premières

I Éthylène
II a) Chlore
b) Chlorure d'hydrogène

3.5.2 Procédé de fabrication. – Le dichloro-1, 2 éthane, ou dichloréthane, peut être produit par la chlorination catalytique de l'éthylène.

$$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \xrightarrow[50\ ^oC]{Fe\ Cl_3} ClCH_2CH_2Cl$$

On procède habituellement en mélangeant de l'éthylène et du chlore dans du dichloro-1, 2 éthane liquide. Lorsqu'on associe une source de chlorure d'hydrogène comme dans le procédé faisant appel au chlorure de vinyle, il est aussi possible de fabriquer du dichloro-1, 2 éthane par réaction du chlore et de l'oxygène en présence d'un catalyseur en phase gazeuse.

$$2\ CH_2 = CH_2 + 4HCl + O_2 \xrightarrow[270\ ^oC]{CuCl_2} 2\ ClCH_2CH_2Cl + 2\ H_2O$$

entre 100 et 1500 kPa

Le dichloro-1, 2 éthane est alors lavé, neutralisé et purifié par fractionnement. Les autres hydrocarbures chlorés obtenus peuvent être recyclés dans la fabrication d'autres solvants chlorés.

3.6 Projets (Corpus, 1983; CCPA, 1982)

La Dow Chemical Canada envisage d'agrandir son usine de dichloro-1, 2 éthane de Fort Saskatchewan en Alberta. On a accordé la permission d'augmenter la production à 816 kt/an.

3.7 Principales utilisations au Canada (Corpus, 1983; Olin PDS, 1980)

Le dichloro-1, 2 éthane entre dans la composition d'additifs anti-cognement ajoutés à l'essence à moteur, dans la fabrication de chlorure de vinyle monomère et dans la fabrication de colles et de revêtements.

3.8 Principaux acheteurs au Canada (Corpus, 1983; CBG, 1980)

A & K PetroChem, Weston (Ontario)
Basile Import/Export, St. Laurent (Québec)
Canada Colours & Chemicals Ltd., Toronto (Ontario)
CPS Chemical Can. Ltd., Pointe-Claire (Québec)
Dominion Cisco Industries Ltd., Weston (Ontario)
DuPont of Canada Ltd., Maitland (Ontario)
General Intermediates of Canada, Edmonton (Alberta)
Harrisons & Crosfield, Toronto (Ontario)
International Chem., Brampton (Ontario)
Kingsley & Keith, Toronto (Ontario)

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Transport en vrac. – Les conteneurs et autres récipients de transport utilisés pour le transport en vrac ont été classés dans les catégories suivantes: wagons-citernes et véhicules-citernes routiers.

4.1.1.1 Wagons-citernes. – Les wagons-citernes servant au transport du dichloro-1, 2 éthane sont classés dans les classes 103, 104, 105A et 111A de la CCT et du DOT pour ce qui est des spécifications relatives aux citernes. Les spécifications sont données au tableau 2.

Tableau 2
Spécifications relatives aux wagons-citernes

Spécification du DOT/CCT*	Description
111A60W1	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolé ou non isolé. Creux minimal 2 %. Indicateur de niveau. Pression d'essai 414 kPa (60 psi).
111A60F1	Citerne en acier soudé à la forge, sans dôme. Isolé ou non isolé. Creux minimal 2 %. Indicateur de niveau. Pression d'essai 414 kPa (60 psi).
111A100W1	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolé ou non isolé. Creux minimal 2 %. Indicateur de niveau. Déchargement ou purge par le bas optionnels. Pression d'essai 690 kPa (100 psi).
103W	Citerne avec dôme en acier soudé par fusion. Isolé ou non isolé. Capacité minimale dans le dôme 2 %. Déchargement ou purge par le bas optionnels.
104W	Identique à 103W, mais doit être isolé.
105A100W	Citerne en acier soudé par fusion avec trou d'homme. Isolé. Déchargement par le haut. Soupape de sécurité réglée à 518 kPa (75 psi). Orifice de purge ou de déchargement par le bas interdits. Pression d'essai 690 kPa (100 psi).

* Ministère des Transports des États-Unis.
Commission canadienne des transports.

Le dichloro-1, 2 éthane est le plus souvent transporté dans des wagons-citernes ayant les capacités suivantes: 75 700 litres (16 700 gal imp.), 78 000 litres (17 200 gal imp.) et 90 900 litres (20 000 gal imp.). Un wagon-citerne typique de classe 111A60W1, utilisé pour le transport du dichloro-1, 2 éthane, est illustré à la figure 6; les spécifications correspondantes sont indiquées au tableau 3.

Une soupape de sécurité réglée à 241 kPa (35 psi) et un évent de sécurité réglé à 414 kPa (60 psi) doivent se trouver sur le dessus du wagon, qui doit par ailleurs être muni d'une jauge à tige ou à ruban. La tubulure de déchargement par le haut doit être protégée par un manchon de protection. La pression maximale admissible dans le cas des wagons CCT/DOT 111A100W1 est de 448 kPa (65 psi). Dans le cas des wagons de classe 111A60W1 ou 111A60F1, cette pression maximale est de 276 kPa (40 psi).

4.1.1.2 Véhicules-citernes routiers. – Le dichloro-1, 2 éthane est transporté dans des véhicules-citernes routiers équipés de citernes non pressurisées, en vertu des spécifications TC 306 de Transports Canada. La pression de calcul de ces citernes ne doit pas dépasser 101 kPa (15 psi). La spécification TC 307 qui englobe la citerne MC 304 peut aussi être utilisée. Il s'agit d'une citerne pressurisée conçue et fabriquée selon le code ASME. Les véhicules-citernes routiers sont semblables aux wagons-citernes décrits plus haut. Généralement, ils sont déchargés par le haut au moyen d'une pompe branchée à la tubulure de déchargement (MCA, 1971).

Le matériel et les méthodes de déchargement des véhicules-citernes routiers sont semblables à ceux qui sont utilisés pour les wagons-citernes, dont il sera question ci-après.

4.1.2 Transport en fûts. – En plus d'être transporté en vrac dans des camions-citernes, le dichloro-1, 2 éthane peut être transporté en fûts. Des fûts fabriqués en divers matériaux peuvent être utilisés (TDGC, 1980), mais les fûts en aluminium, peu utilisés, ne sont pas recommandés (CCPA, 1982; Olin PDS, 1980).

4.2 Déchargement

4.2.1 Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes. – Avant de procéder au déchargement, il importe de prendre les précautions suivantes (MCA, 1960):

- vérifier que le réservoir de stockage à évent peut recevoir le contenu du wagon-citerne;
- si le déchargement se fait la nuit, les dispositifs d'éclairage doivent être antidéflagrants;
- le personnel ne doit en aucun cas pénétrer dans le wagon-citerne;
- les freins doivent être serrés et les roues, calées; les dérailleurs doivent être en place et les avertissements, affichés;
- un quai de service offrant toutes les conditions de sécurité doit exister au point de déchargement;
- les outils utilisés au cours du déchargement ne doivent pas produire d'étincelles;
- le wagon-citerne doit être pourvu d'une mise à la terre.

Deux modes de déchargement sont utilisés pour le benzène, soit le déchargement par le haut et le déchargement par le bas.

Pour le déchargement par le haut, suivre les étapes suivantes (MCA, 1960):

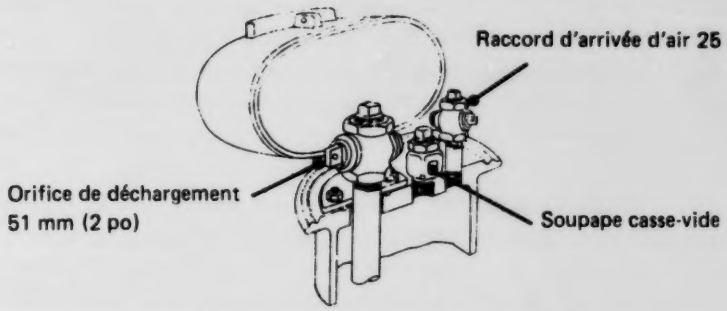
- après avoir retiré le capot de protection de l'organe de déchargement situé sur le dessus du wagon, raccorder la tubulure de déchargement de 51 mm (2 po);
- décharger la citerne au moyen d'une pompe.

Figure 6

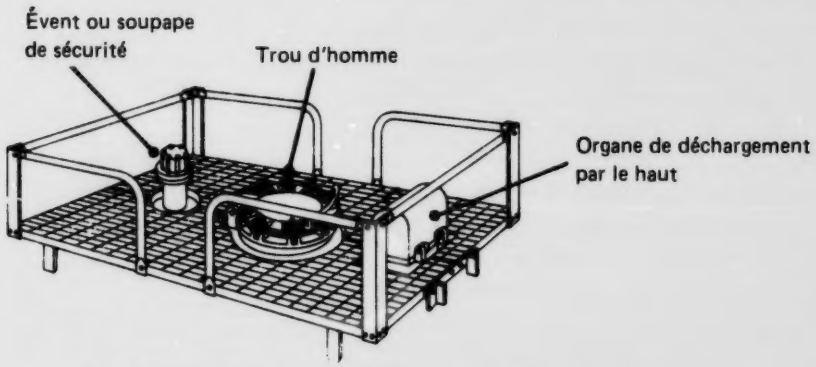
DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

WAGON-CITERNE—CLASSE 111A60W1

(Référence: TCM, 1979; RTDCR, 1974)



Détail des organes de déchargement par le haut



Détail de la plate-forme de dôme

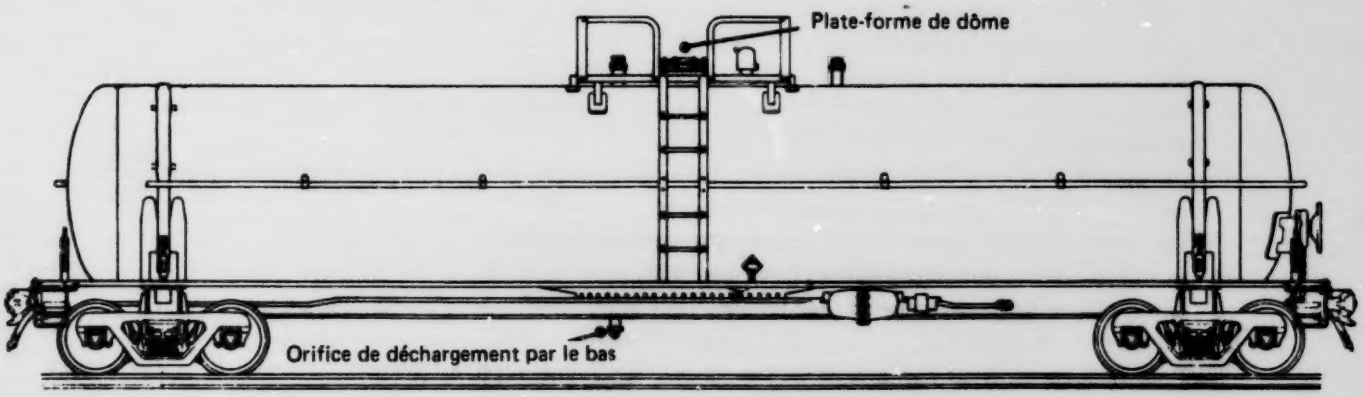


Illustration du wagon-citerne

Tableau 3
Spécifications relatives aux wagons-citernes – classe 111A60W1
(TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Dimensions du wagon-citerne (gal imp.)		
	16 700	17 200	20 000
Structure			
Capacité nominale	75 700 l (16 700 gal)	78 000 l (17 200 gal)	90 900 l (20 000 gal)
Tare	33 900 kg (74 700 lb)	33 900 kg (74 700 lb)	38 900 kg (85 800 lb)
Masse brute	119 000 kg (263 000 lb)	83 500 kg (184 000 lb)	119 000 kg (263 000 lb)
Citerne			
Matériau	Acier	Acier	Acier
Épaisseur	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)
Diamètre intérieur	2,60 m (102 po)	2,62 m (103 po)	2,74 m (108 po)
Pression d'essai	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)
Pression de rupture	1640 kPa (240 psi)	1640 kPa (240 psi)	1640 kPa (240 psi)
Dimensions approximatives			
Longueur avec organes d'attelage	17 m (57 pi)	17 m (57 pi)	18 m (60 pi)
Longueur avec pylônes de choc	16 m (53 pi)	16 m (53 pi)	17 m (57 pi)
Longueur avec crapaudines	13 m (42 pi)	13 m (42 pi)	14 m (45 pi)
Hauteur au sommet du caillebotis	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Largeur hors-tout (avec poignées)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)
Longueur du caillebotis	2 - 3 m (8 - 10 pi)	2 - 3 m (8 - 10 pi)	2 - 3 m (8 - 10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)
Déchargement par le haut			
Raccord de déchargement	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)
Orifice de remplissage/ trou d'homme	203 - 356 mm (8 - 14 po)	203 - 356 mm (8 - 14 po)	203 - 356 mm (8 - 14 po)
Raccord d'arrivée d'air	25 - 51 mm (1 - 2 po)	25 - 51 mm (1 - 2 po)	25 - 51 mm (1 - 2 po)
Déchargement par le bas			
Orifice de déchargement par le bas	102 - 152 mm (4 - 6 po)	102 - 152 mm (4 - 6 po)	102 - 152 mm (4 - 6 po)
Dispositifs de sécurité	Évent ou soupape de sécurité		
Dôme	Aucun		
Isolation	Facultative		

Tableau 4
Fûts

Type de fût	Code de type	Description	Illustré à la figure
Acier	1A1	Dessus non amovible, réutilisable	7
	1A1A	1A1 avec rebords renforcés	7
	1A1B	1A1 avec brides de fermeture soudées	7
	1A1D	1A1 avec revêtement (autre que le plomb)	non illustré
	1A2	Dessus amovible, réutilisable	7
	1A3	Dessus non amovible, non réutilisable	7
Monel (alliage cuivre-nickel)	TC5M	Dessus non amovible	7
Aluminium	1B1	Dessus non amovible	7
	1B2	Dessus amovible	7
Fûts en acier avec récipients de plastique	6HA1	Tôle extérieure en acier en forme de fût Récipient intérieur en plastique Capacité maximale de 225 l	non illustré
Fûts en carton avec récipients de plastique	6HG1	Extérieur en carton, de fabrication convolute (plusieurs épaisseurs enroulées concentriquement). Récipient intérieur de plastique en forme de fût. Capacité maximale de 225 l.	non illustré

Pour le déchargement par le bas, suivre les étapes suivantes en effectuant le déchargement par gravité.

- après avoir raccordé la tubulure de déchargement à un orifice situé sur la paroi inférieure de la citerne, ouvrir le robinet intérieur du bas en tournant la tige de commande située sur le dessus ou au bas du wagon-citerne;
- décharger le wagon par gravité.

Nota: Le déchargement par le bas n'est à peu près jamais pratiqué au Canada (CCPA, 1982).

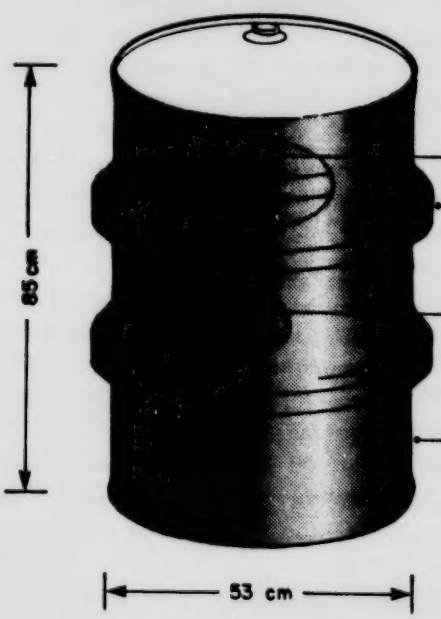
4.2.2 Matériaux de fabrication des organes de déchargement et spécifications. – Les matériaux de fabrication des divers composants des organes de déchargement de même que les spécifications relatives à ces organes sont ceux qui sont généralement utilisés pour le service du dichloro-1, 2 éthane. Dans certains cas, d'autres matériaux peuvent être utilisés, comme il est indiqué au tableau 5. Les composants d'un engin de déchargement typique dont il sera question plus loin comprennent les conduites et les raccords, les tuyaux flexibles, les soupapes, les garnitures et les pompes.

Figure 7

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

FÛTS TYPIQUES

Fût en monel typique



Étiquette d'identification

Joncs de roulage faits de caoutchouc naturel solide et flexible

Diamètre maximal de l'orifice 59 mm

Corps et dessus fabriqués en monel de 10 mm d'épaisseur

Capacité maximale 220 l

Fût en acier typique

Revêtement intérieur de plomb minimum de 2,4 mm selon les normes de 1AIC

Étiquette d'identification

Diamètre maximal de l'orifice 70 mm

Corps et dessus fabriqués en acier laminé

Capacité maximale 250 l

Masse nette maximale 400 kg

Les conduites et les raccords en acier allié sans soudure ASTM A106 n° 40 avec garnitures de polyéther chloré sont recommandés pour les conduites de déchargement du dichloro-1, 2 éthane (DCRG, 1978). Il faudra utiliser des joints à brides soudées de préférence aux conduites et aux raccords filetés qui ont tendance à fuir après un service de courte durée. La réduction de la contrainte au point de soudure permettra une plus longue durée de service. Les canalisations doivent faire l'objet d'un essai à l'air comprimé à des pressions allant de 345 à 518 kPa (50 à 75 psi) et toutes les fuites seront soigneusement colmatées. S'il y a fuite en cours de service, l'unique réparation efficace consiste soit à enlever la soudure au burin et à refaire une nouvelle soudure, soit à remplacer la section de conduite défectueuse.

La conduite de déchargement doit avoir un diamètre de 51 mm (2 po) puisque c'est la taille standard des raccords sur les wagons-citernes utilisés pour le transport du benzène, mais les autres conduites peuvent être de n'importe quelle dimension. On déconseille toutefois l'utilisation de conduites dont le diamètre est inférieur à 25 mm (1 po). L'auto-drainage est indispensable pour les conduites extérieures.

Des joints de dilatation flexibles du type à soufflet devraient être utilisés pour les sections flexibles de la tubulure de déchargement. Ils sont fabriqués en brides de fer ductile ASA avec des organes expansibles moulés en résine de tétrafluoroéthylène (DOW PPS, 1972). Des conduites en acier inoxydable devraient être utilisées lorsque des joints flexibles expansibles à soufflets sont utilisés pour les sections flexibles de la conduite de déchargement (CCPA, 1982).

Les soupapes à diaphragme en fonte ou en acier coulé avec revêtement intérieur de résines de polyéther chloré ou de chlorure de polyvinylidène donneront un service adéquat (DPLV, 1972). À des températures normales, le viton, l'amiante ou le téflon peuvent être utilisés comme matériaux de garniture (CCPA, 1982).

Une pompe centrifuge à admission unilatérale à entraînement magnétique dépourvue de joint étanche dont l'extrémité d'admission est faite d'acier inoxydable 316 donne de bons résultats (ASS). Avec ce type de pompe, les fuites sont pratiquement éliminées. Il faut prévoir un moyen de purger la pompe afin que les réparations puissent être faites en toute sécurité.

La pompe doit être munie de brides aux deux extrémités; il est préférable d'éviter les raccords filetés, qui sont sujets aux fuites.

4.3 Compatibilité entre le dichloro-1, 2 éthane et certains matériaux

La compatibilité entre le dichloro-1,2 éthane et les matériaux utilisés est indiqué au tableau 5.

Voici une brève définition des termes utilisés dans le présent guide pour évaluer les matériaux:

Recommandé: donne satisfaction dans l'utilisation présentée;

Réserves: se détériore dans l'utilisation présentée; approprié dans le cas d'une utilisation intermittente ou de courte durée;

Déconseillé: se détériore rapidement dans l'utilisation présentée; ne devrait jamais être utilisé.

Tableau 5
Compatibilité entre le produit et certains matériaux

Application	Produit chimique		Matériau		
	Titre	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	99,5 %	23 °C	Acier non allié ASTM A106 sans soudure, garni de résine de polyéther chloré (DCRG, 1970) Acier inox. 316 (JSSV, 1979)		PVC I PVC II (DPPED, 1967)
		Jusqu'à la limite d'exploitation des matériaux	Polyéthylène (MWPP, 1978)		Polyéther chloré
		24 °C	Polypropylène Chlorure de polyvinylidène (DCRG, 1978)		
		135 °C			
2. Soupapes	99,5 %	21 °C	Acier inox. 316 (JSSV, 1979)		
3. Pompes		Froid	Tout bronze Acier inox. 304 Acier inox. 316 Monel (HIS, 1969)		
4. Autres		22 °C			PVC Chlorure de polyvinyle chloré

Tableau 5 (suite)

Application	Produit chimique		Matériau		
	Titre	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
		66 °C	Polypropylène (TPS, 1978)	Caoutchouc isobutylène-isoprène Caoutchouc éthylène-propylène	Caoutchouc naturel Styrène-butadiène Polychloroprène (Néoprène) Acrylonitrile/butadiène Polyéthylène chlorosulfonique (GPP)
	Jusqu'à 100 %	24 à 100 °C	Verre (CDS, 1967)		
	100 %	24 °C	Bois (CDS, 1967)		Ciment (CDS, 1967)

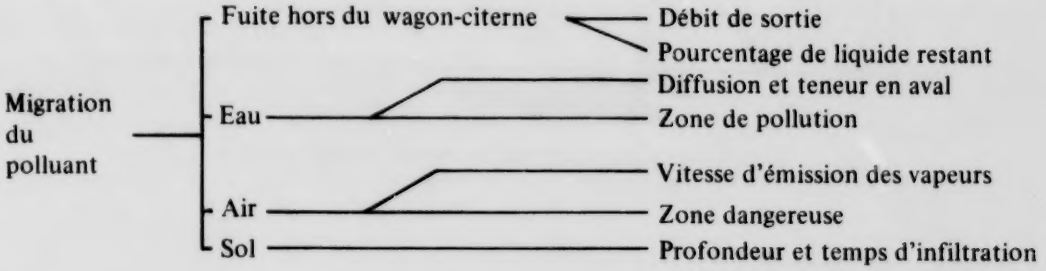
5 FUITE ET MIGRATION DU PRODUIT

5.1 Aperçu général

Le dichloro-1, 2 éthane est généralement transporté par wagons-citernes. Déversé dans l'eau, il tombe au fond et se dissout très lentement. Déversé sur le sol, il se répand à la surface, puis pénètre dans le sol à une vitesse qui varie selon le type de sol et la teneur en eau de ce dernier. La migration verticale du liquide en direction de la nappe phréatique peut causer des pollutions.

Le dichloro-1, 2 éthane étant modérément volatil, les vapeurs irritantes qui se dégagent d'une nappe de liquide déversé sur le sol peuvent constituer un risque de pollution.

Voici les facteurs qui déterminent la migration du dichloro-1, 2 éthane dans l'eau, l'air et le sol:



Il est important de noter que, à cause du caractère approximatif des calculs dans le domaine de la migration des polluants, la méthode adoptée consiste à utiliser des estimations prudentes des paramètres critiques afin que les prévisions traduisent les pires scénarios possibles. En suivant cette méthode, il se peut que l'on doive poser des hypothèses différentes et, dans une certaine mesure, contradictoires, selon les milieux. Cette méthode permet donc de comparer le comportement de différents produits chimiques selon les pires scénarios à partir d'hypothèses compatibles avec chaque milieu.

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. – Le dichloro-1, 2 éthane est couramment transporté par wagons-citernes à la pression atmosphérique normale. Bien que la capacité des wagons-citernes varie beaucoup, un wagon-citerne de certaines dimensions a été choisi arbitrairement pour établir les nomogrammes de fuite. Le modèle choisi mesure environ 2,75 mètres de diamètre et 13,4 mètres de longueur et peut contenir 80 000 litres; il est utilisé dans tous les Enviroguides afin de permettre la comparaison des comportements.

S'il y a perforation de la paroi inférieure d'une citerne remplie de dichloro-1, 2 éthane, tout le liquide s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Grâce aux nomogrammes, on pourra calculer la quantité de liquide restant dans la citerne ainsi que le débit de fuite du liquide en fonction du temps. Comme les citernes ne sont pas pressurisées et que le dichloro-1, 2 éthane est relativement peu volatil, aucun nomogramme n'a été préparé pour l'émission de vapeurs s'échappant d'une perforation de la paroi supérieure de la citerne.

Dans le cas d'une perforation dans la paroi inférieure de la citerne, le débit de fuite (q) se calcule par la méthode dite des orifices (Streeter, 1971). Le débit de fuite est fonction de la

section et de la forme de l'orifice, de la hauteur du liquide au-dessus de l'orifice (h) et du coefficient de débit.

Comme la force de gravitation est souvent supérieure à la viscosité et aux autres forces qui s'y opposent, le débit est relativement indépendant de la température et de la viscosité du liquide (Rouse, 1961). Dans le cas du dichloro-1, 2 éthane, le coefficient de débit est vraisemblablement constant pour une large gamme de températures et de viscosités. Pour la préparation des nomogrammes, on a supposé un coefficient de débit de 0,8.

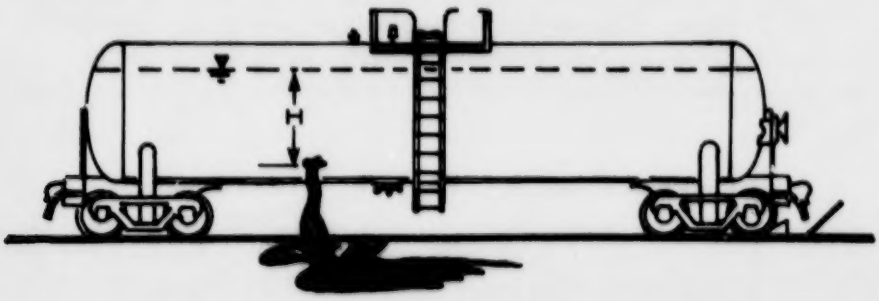


FIGURE 8 WAGON-CITERNE PERCÉ DANS LE BAS

5.2.2 Nomogrammes relatifs aux fuites

5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps. – La figure 9 permet d'évaluer le pourcentage de liquide restant dans le wagon-citerne depuis le moment de la perforation et en fonction d'un certain nombre d'orifices de divers diamètres. Ces diamètres sont des diamètres équivalents et valent pour des orifices de toutes formes.

On suppose que le wagon-citerne type a 2,75 mètres de diamètre et 13,4 mètres de longueur, qu'il contient 80 000 litres de liquide et qu'il est plein au moment de l'accident. Le volume de liquide restant, après un temps d'écoulement donné (t), n'est pas seulement fonction du débit de fuite, mais aussi des dimensions et de la forme du wagon-citerne.

5.2.2.2 Débit de fuite en fonction du temps d'écoulement. – La figure 10 permet d'évaluer le débit instantané (l/s) après un temps donné (t) à la suite de l'accident, en fonction de diamètres équivalents donnés. Le nomogramme ne vaut que pour un wagon-citerne type dont le contenu initial est de 80 000 litres.

5.2.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Il y a eu perforation de la paroi inférieure d'un wagon-citerne type (diamètre de 2,75 m et longueur de 13,4 m) rempli de dichloro-1, 2 éthane. Le diamètre équivalent de l'orifice est de 150 mm. Quel pourcentage du volume initial de 80 000 litres reste après 10 minutes?

Solution (voir figure 9): si t = 10 minutes et D = 150 mm, le volume qui reste équivaut à 36 p. 100, soit 28 800 litres.

PROBLÈME B

Les données étant identiques à celles du problème A, quel est le débit instantané après dix minutes d'écoulement?

Solution (voir figure 10): si t = 10 mn et D = 150 mm, le débit instantané (q) = 70 l/s.

Figure 9

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT/TEMPS D'ÉCOULEMENT**

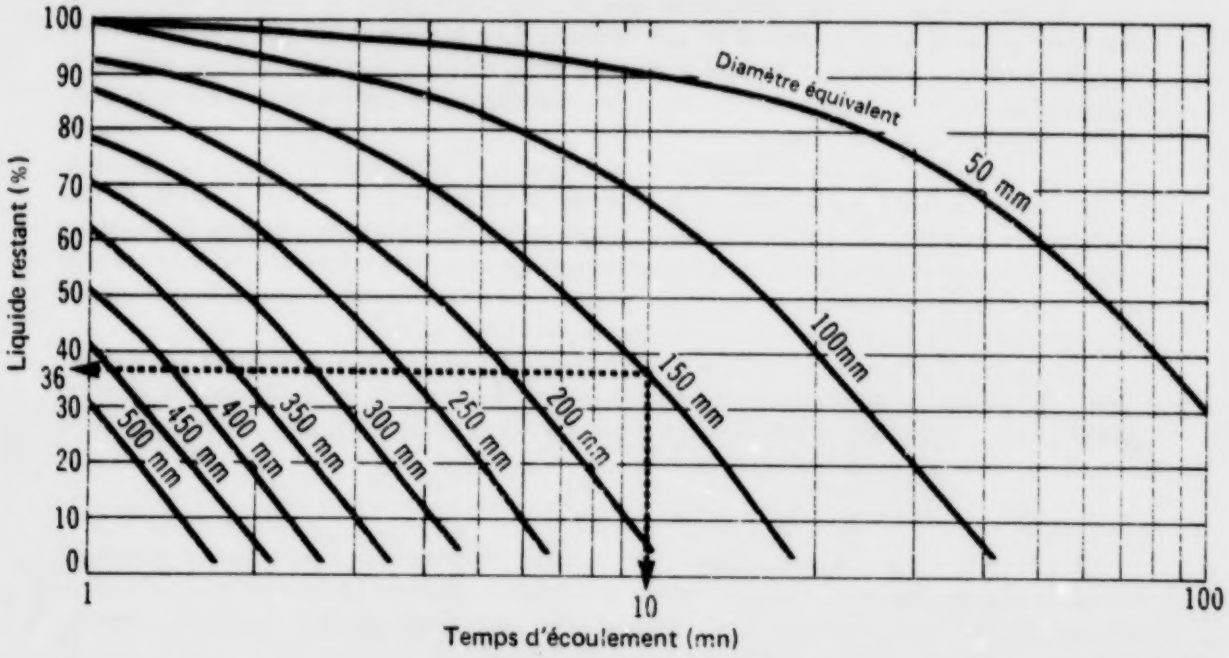
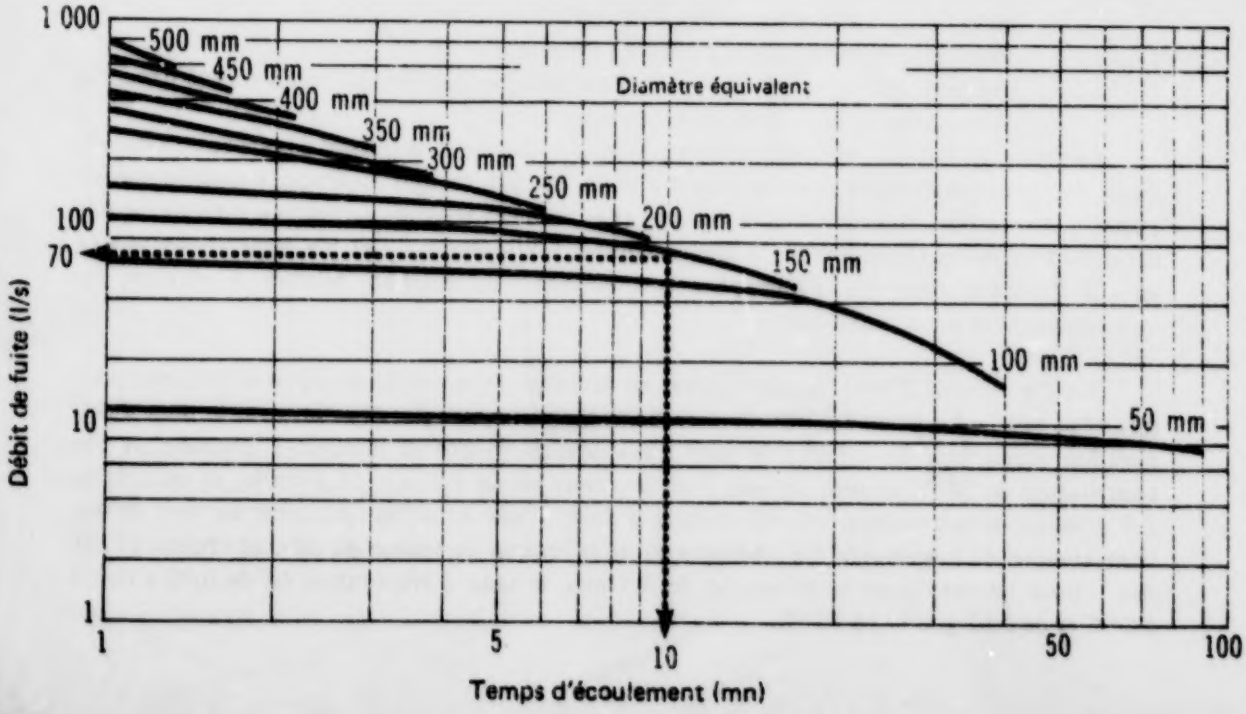


Figure 10

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **DÉBIT DE FUITE/TEMPS D'ÉCOULEMENT**



5.3 Diffusion dans l'atmosphère

5.3.1 Introduction. – Comme le dichloro-1, 2 éthane est un liquide peu volatil, le dégagement de vapeurs à partir d'une perforation dans la paroi d'une citerne ne présente aucun danger important du côté sous le vent. Il ne sera question dans le présent ouvrage que des vapeurs dégagées à partir d'une nappe de liquide répandu sur le sol ou à la surface de l'eau, puisque la superficie de cette nappe peut donner lieu à un dégagement plus important de vapeurs et donc constituer un risque du côté sous le vent.

Pour évaluer les teneurs en vapeurs du côté sous le vent par rapport au lieu de l'accident et déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité, il faut modéliser le transport et la diffusion (turbulente) dans l'atmosphère des vapeurs. Les modèles utilisés supposent une répartition gaussienne des teneurs au sein du panache; ce sont les modèles les plus utilisés pour la précision des teneurs en polluants. (Le lecteur trouvera de plus amples renseignements à ce sujet dans le Manuel d'introduction Enviroguide.)

La figure 11 schématise la diffusion d'un panache polluant émis en continu par une aire source. Le modèle de diffusion considère l'aire source, soit la nappe de liquide, comme un point source virtuel (possédant le même débit d'émission de vapeurs (q)), situé en amont, à une distance équivalant à dix fois le rayon de la nappe.

5.3.2 Nomogrammes de diffusion du panache de vapeurs. – Les nomogrammes de diffusion atmosphérique du panache servent à déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité et de l'inflammabilité. Les nomogrammes, figures et tableaux présentés ci-dessous apparaissent dans l'ordre dans lequel ils doivent être utilisés.

Figure 13 Débit d'émission des vapeurs se dégageant d'une nappe de liquide, calculé en fonction du rayon maximal de la nappe

Tableau 7 Conditions météorologiques (catégories de stabilité)

Figure 14 Teneur uniformisée en vapeurs, calculée en fonction d'une distance donnée sous le vent et pour différentes catégories de conditions météorologiques

Tableau 8 Demi-largeurs maximales du panache dangereux

Figure 17 Distance parcourue par le panache, calculée en fonction du temps écoulé depuis le déversement et pour différentes vitesses de vent

La figure 12 indique les étapes à suivre dans le calcul de la diffusion des vapeurs et dans le choix des nomogrammes et des tableaux à utiliser. En fait, ce sont les étapes encadrées par un pointillé qui servent dans la présente section. (Les données relatives au volume total de liquide déversé et au rayon équivalent de la nappe figurent aux sections 5.2 et 5.4 respectivement.) Le lecteur trouvera dans les paragraphes qui suivent l'information relative à chacun des nomogrammes et à son utilisation.

5.3.2.1 Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température (fig. 13). – Le Manuel d'introduction Enviroguide fournit des équations sur le taux d'évaporation permettant de calculer le taux d'évaporation propre au dichloro-1, 2 éthane. À une température de 20 °C et sous un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s (16,1 km/h), ce taux est de 2,4 $g/m^2 \cdot s$. D'autres taux ont été calculés à l'aide d'une équation qui, pour un vent donné, tient compte de la température ambiante et de la tension de vapeur du produit (Perry, 1973). Ainsi, pour un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s, le taux d'évaporation est de 0,90 $g/m^2 \cdot s$ à 0 °C et de 3,62 $g/m^2 \cdot s$ à 30 °C.

Figure 11

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

FORMATION D'UN PANACHE DE VAPEURS

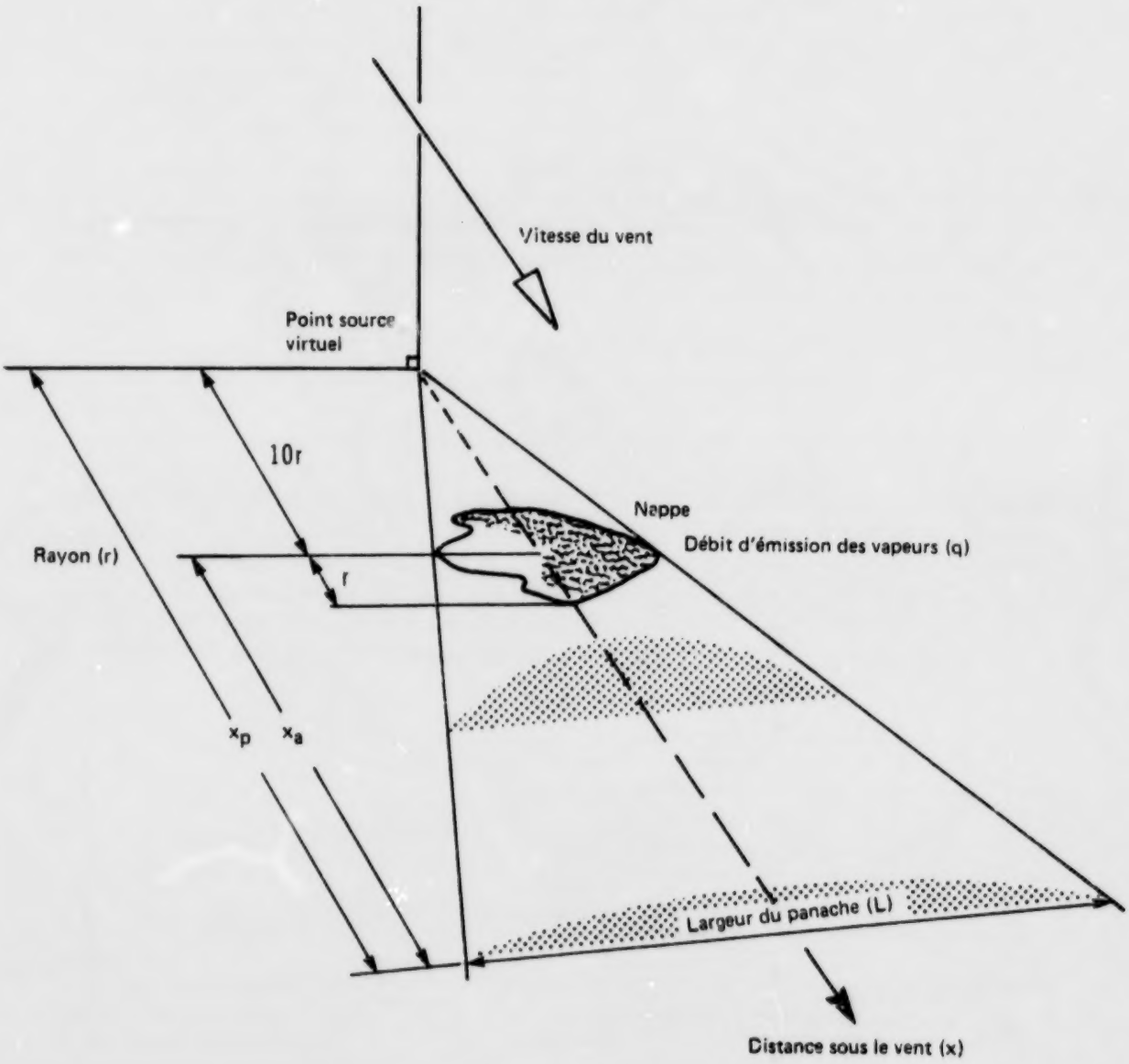
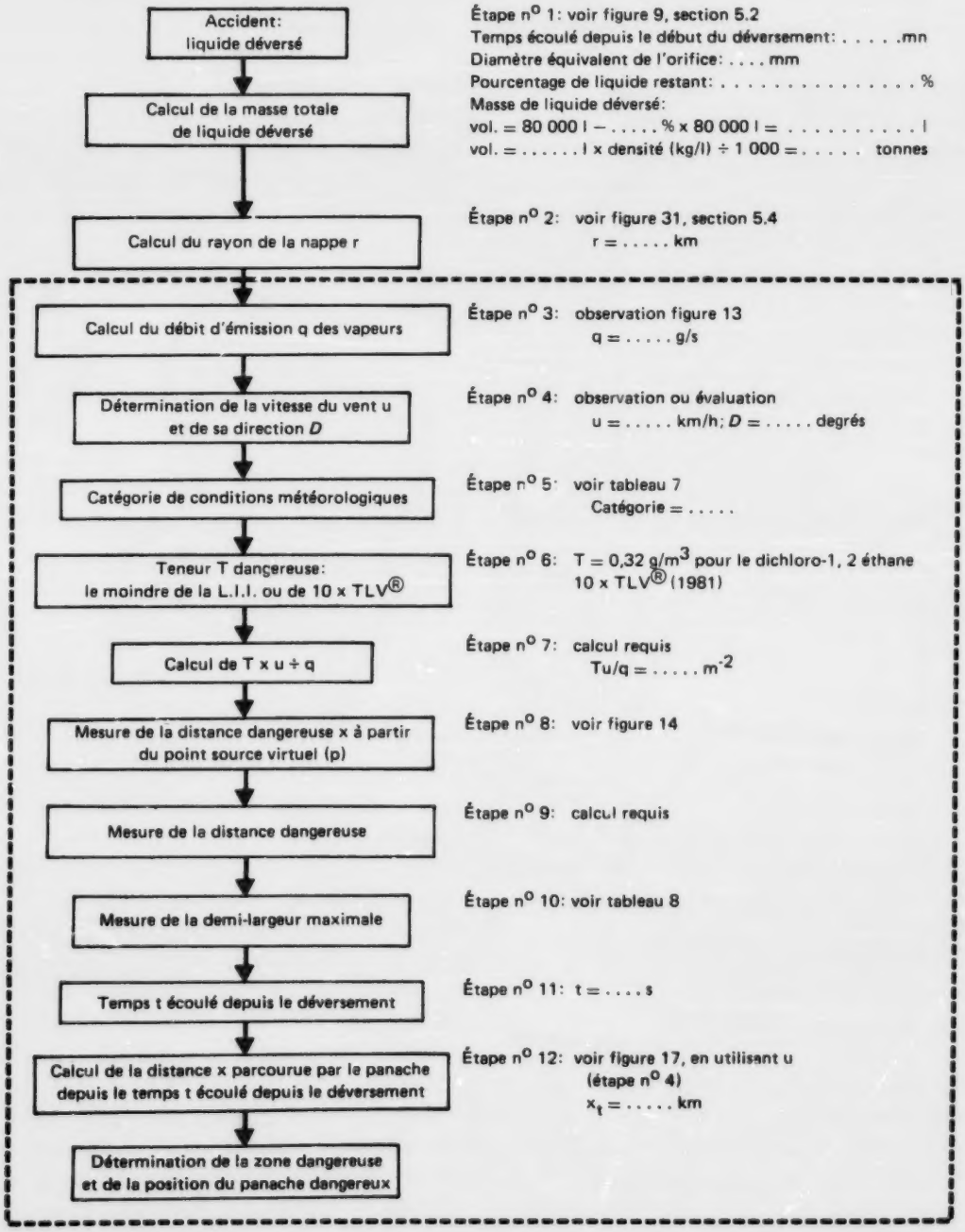


Figure 12

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **ÉTAPES À SUIVRE POUR DÉTERMINER LA ZONE DANGEREUSE**



En utilisant la figure 20, section 5.3 on peut calculer le rayon maximal de la nappe selon le volume de liquide déversé. Le rayon et le taux d'évaporation ainsi calculés permettent d'établir le nomogramme de la figure 13 sur la relation entre le rayon de la nappe et le débit d'émission des vapeurs.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

Pour une nappe de rayon connu, le débit (q) d'émission des vapeurs dans l'atmosphère à une température donnée peut être évalué à l'aide de la figure 13. Les segments continus des droites représentent des quantités déversées allant de 0,05 à 100 tonnes, ce dernier chiffre correspondant à peu près au volume type de 80 000 litres (17 600 gal imp.) contenu dans un wagon-citerne chargé de dichloroéthane. Le lecteur notera que la figure 13 vaut pour une vitesse du vent de 4,5 m/s (16,1 km/h); elle ne permet donc qu'une évaluation approximative du débit d'émission pour toute autre vitesse du vent. En revanche, le Manuel d'introduction Enviroguide fournit l'équation qui permet d'établir le taux d'évaporation pour une vitesse de vent donnée à partir du taux pour une vitesse de 4,5 m/s.

Le calcul de la vitesse d'évaporation est basé sur le rayon d'une nappe à la surface d'un plan d'eau calme (Tableau VI, CHRIS, 1974). Il convient de noter, par ailleurs, que la tension de vapeur du dichloro-1, 2 éthane est semblable à celle du benzène. (On n'a pas tenu compte du fait que le dichloro-1, 2 éthane est plus lourd que l'eau.) Comme un plan d'eau calme constitue une surface plane, non confinée, ce qui est rarement le cas lorsqu'il y a un déversement sur terre (sol poreux et irrégulier), on obtient un rayon maximal, donc des valeurs maximales. Si l'on applique l'algorithme calculé pour un plan d'eau calme à un déversement sur terre, le rayon sera plus grand qu'en réalité et les valeurs obtenues seront celles qui traduisent les pires cas.

5.3.2.2 **Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent.** – La figure 14 illustre la relation qui existe entre la teneur en polluant, sous forme de vapeurs, et la distance sous le vent pour les catégories D et F de conditions (météorologiques) de stabilité. Le nomogramme a été établi à l'aide des modèles de diffusion décrits dans le Manuel d'introduction Enviroguide. La teneur en vapeurs est représentée par la teneur uniformisée (Tu/q) au niveau du sol le long de la médiane du panache schématisé. La catégorie F est la moins propice à la diffusion du panache; la catégorie D est la plus fréquente presque partout au Canada. Il faut déterminer la catégorie appropriée (tableau 6) avant d'utiliser la figure 14.

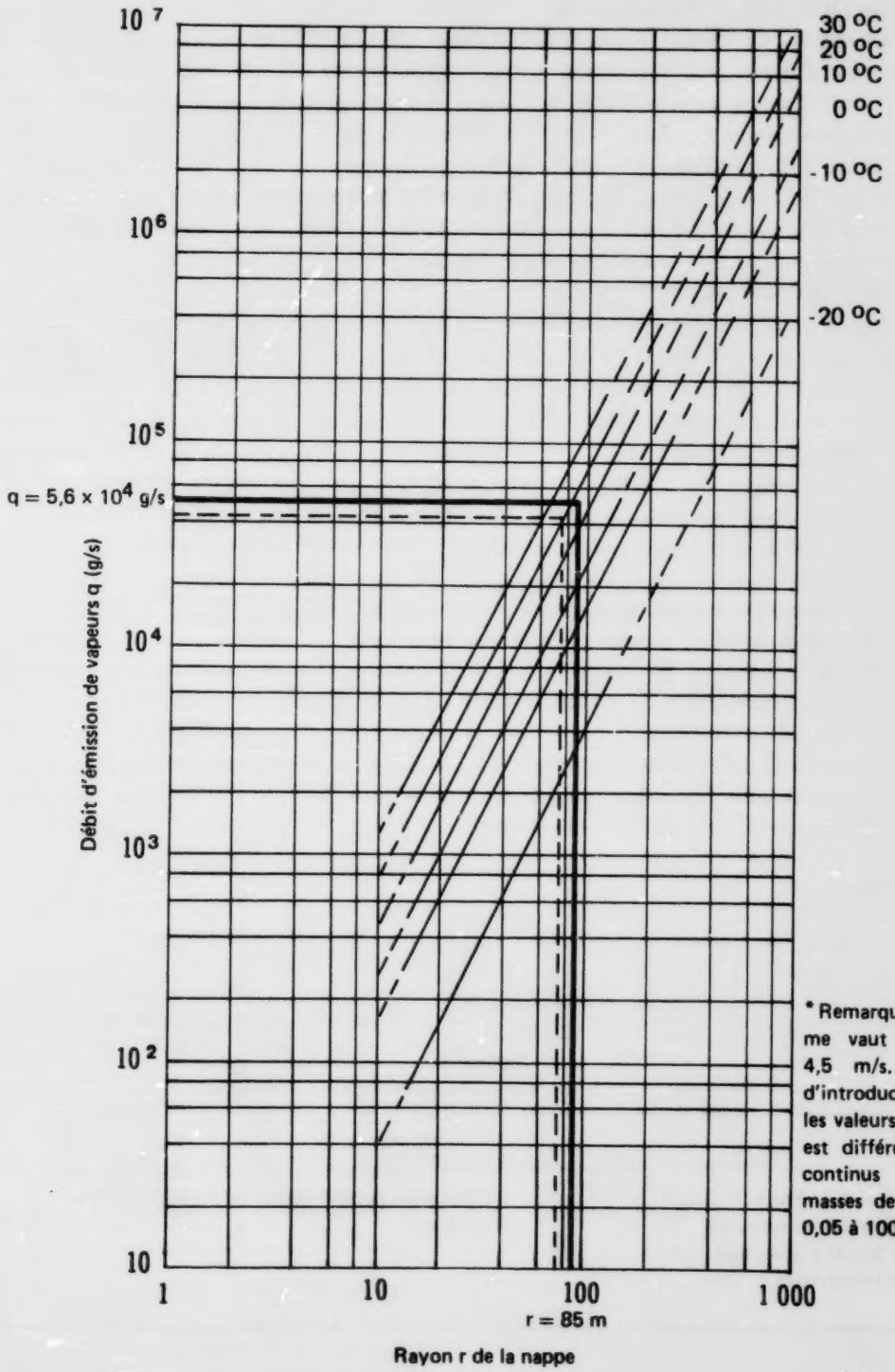
Tableau 6
Deux catégories de conditions (météorologiques) de stabilité

Catégorie F	Catégorie D
Vitesse du vent < 11 km/h (~ 3 m/s) et l'une des conditions suivantes: ciel couvert durant le jour; nuit; forte inversion de température.	Valable pour presque toutes les autres conditions.

Figure 13

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

DÉBIT D'ÉMISSION DE VAPEURS À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES* EN FONCTION DU RAYON DE LA NAPPE



* Remarque. – Le nomogramme vaut pour un vent de 4,5 m/s. Voir le Manuel d'introduction pour convertir les valeurs si la vitesse du vent est différente. Les segments continus représentent des masses de liquide déversé de 0,05 à 100 tonnes.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La distance maximale dangereuse du côté sous le vent (x) peut être déterminée à l'aide de la figure 14, si l'on possède les données suivantes:
Débit (q) d'émission des vapeurs, en g/s.
Vitesse du vent (u), en m/s;
Catégorie de conditions (météorologiques) de stabilité;
Teneur (T) dangereuse limite, soit la valeur la moindre entre 10 fois la *Threshold Limit Value*® (g/m^3) et la limite inférieure d'inflammabilité (g/m^3). À noter que pour convertir la TLV®, exprimée en ppm, et la L.I.I., en pourcentage de volume, en teneurs en g/m^3, il faut utiliser les figures 15 et 16.

Une teneur dangereuse limite, égale à 10 x TLV®, a été choisie de façon arbitraire; elle représente une limite «relativement réaliste» au-delà de laquelle une exposition de courte durée (30 minutes) présente un danger pour la santé. La TLV® est une norme d'exposition de longue durée sur les lieux de travail. Si elle était utilisée comme teneur limite dangereuse, la zone dangereuse atteindrait des proportions démesurées.

5.3.2.3 Demi-largeur maximale du panache dangereux. – Le tableau 7 présente des valeurs de la demi-largeur maximale du panache (L/2)max. pour une plage de valeurs q/u, en fonction des conditions de stabilité D et F. Ces valeurs ont été calculées à l'aide des modèles de diffusion expliqués dans le Manuel d'introduction Enviroguide, en supposant une teneur dangereuse limite (ce qu'on appelle communément une teneur maximale admissible) égale à 10 fois la TLV® (soit 10 x 0,04 g/m^3 ou 0,40 g/m^3). La demi-largeur du panache dangereux représente la demi-largeur du nuage de vapeurs de dichloro-1, 2 éthane, situé du côté sous le vent et atteignant une teneur égale à 10 x TLV®. Le tableau 7 ne s'applique donc que dans le cas de cette teneur limite de 0,40 g/m^3. À noter que la distance maximale considérée est de 100 kilomètres.

Dans les conditions (météorologiques) de stabilité D, la plage de vitesses du vent s'étend de 1 à 30 m/s. Quant à l'éventail de débits d'émission (q) utilisé, qui va de 15 000 à 2 500 000 g/s, il correspond à un éventail de masses déversées comprises entre 3 et 5500 tonnes respectivement. Si tout le contenu, soit 80 000 l (17 600 gal imp.) d'un wagon-citerne était déversé, cela représenterait une masse de 100 000 kg (100 tonnes). Le tableau 7, pour la catégorie D, fournit des chiffres calculés en fonction de masses jusqu'à 55 fois plus considérables.

Dans les conditions (météorologiques) de stabilité F, la plage de vitesses du vent s'étend de 1 à 3 m/s. Quant à l'éventail de débits d'émission (q) utilisé, qui va de 750 à 250 000 g/s, il correspond à un éventail de masses déversées comprises entre 0,05 et 500 tonnes. Le tableau 7, pour la catégorie F, fournit des chiffres calculés en fonction de masses atteignant 5 fois celle que contient un wagon-citerne standard.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

À partir de valeurs connues de q et de u et en fonction d'une catégorie donnée de stabilité, calculez q/u. Choisissez la valeur q/u la plus proche fournie dans le tableau et la demi-largeur maximale correspondante, en mètres. Si vous désirez un résultat un peu plus précis, déterminez par interpolation les valeurs q/u et (L/2)max. (Voir également l'exemple qui accompagne le tableau 7.)

5.3.2.4 Distance parcourue par le panache, en fonction du temps écoulé. – La figure 17 indique la distance (x) parcourue par le panache après un temps (t) de déplacement pour une vitesse de vent (u) donnée. Il s'agit de la représentation graphique de la relation $x_t = ut$ appliquée à un éventail de vitesses de vent courantes.

Figure 14

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

TENEUR UNIFORMISÉE EN VAPEURS EN FONCTION DE LA DISTANCE SOUS LE VENT

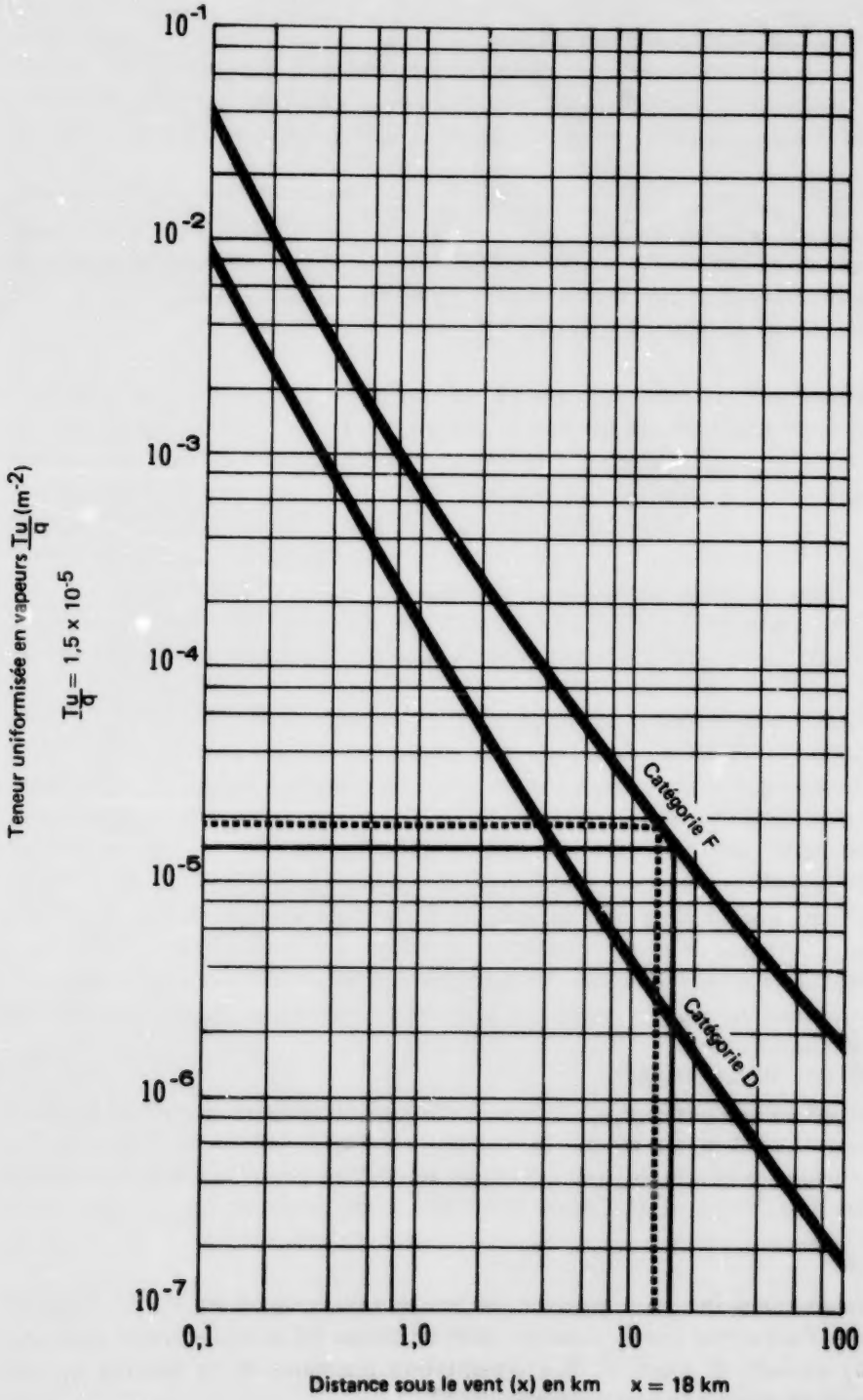
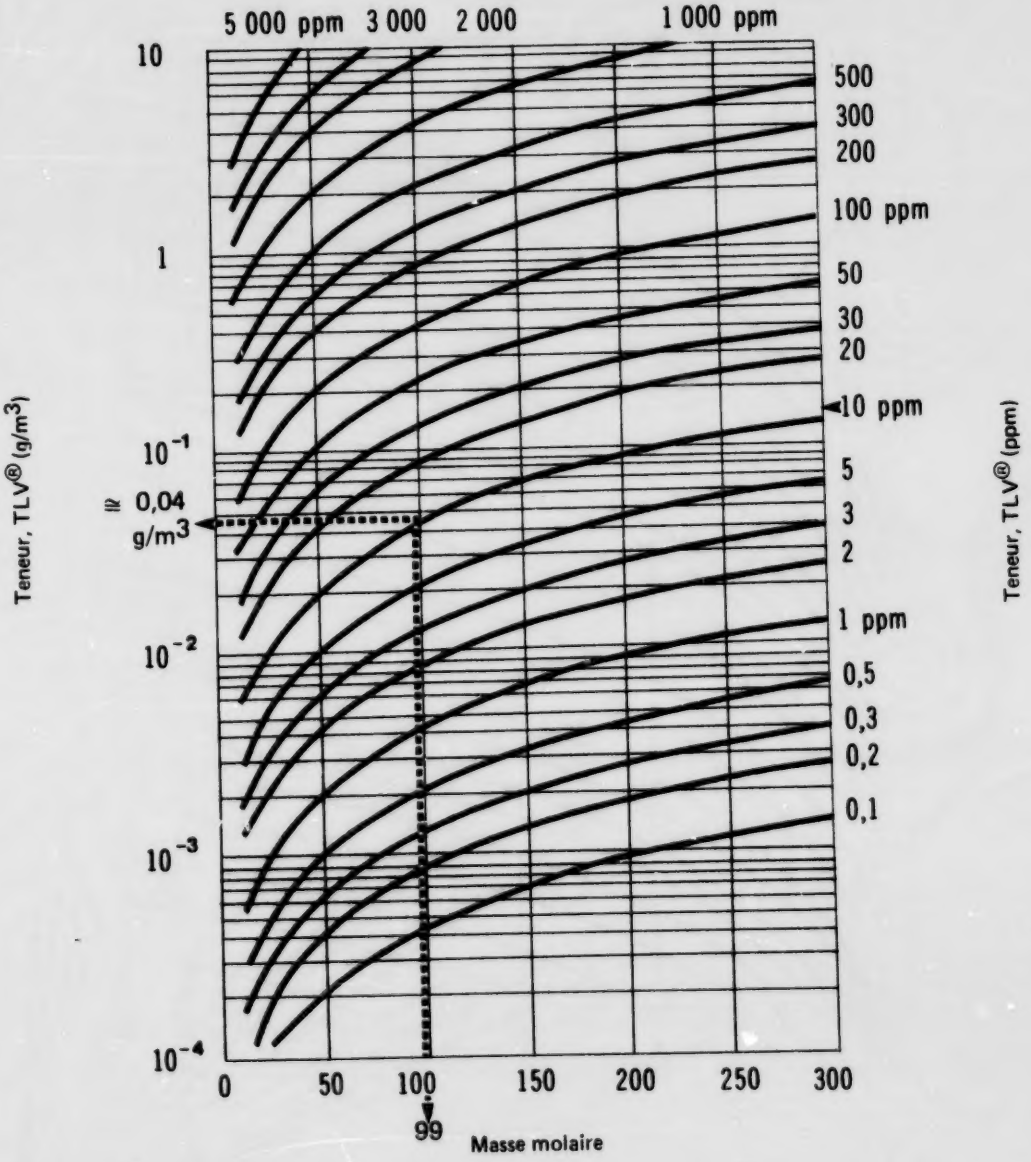


Figure 15

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

CONVERSION DE LA TLV® (ppm à g/m^3)

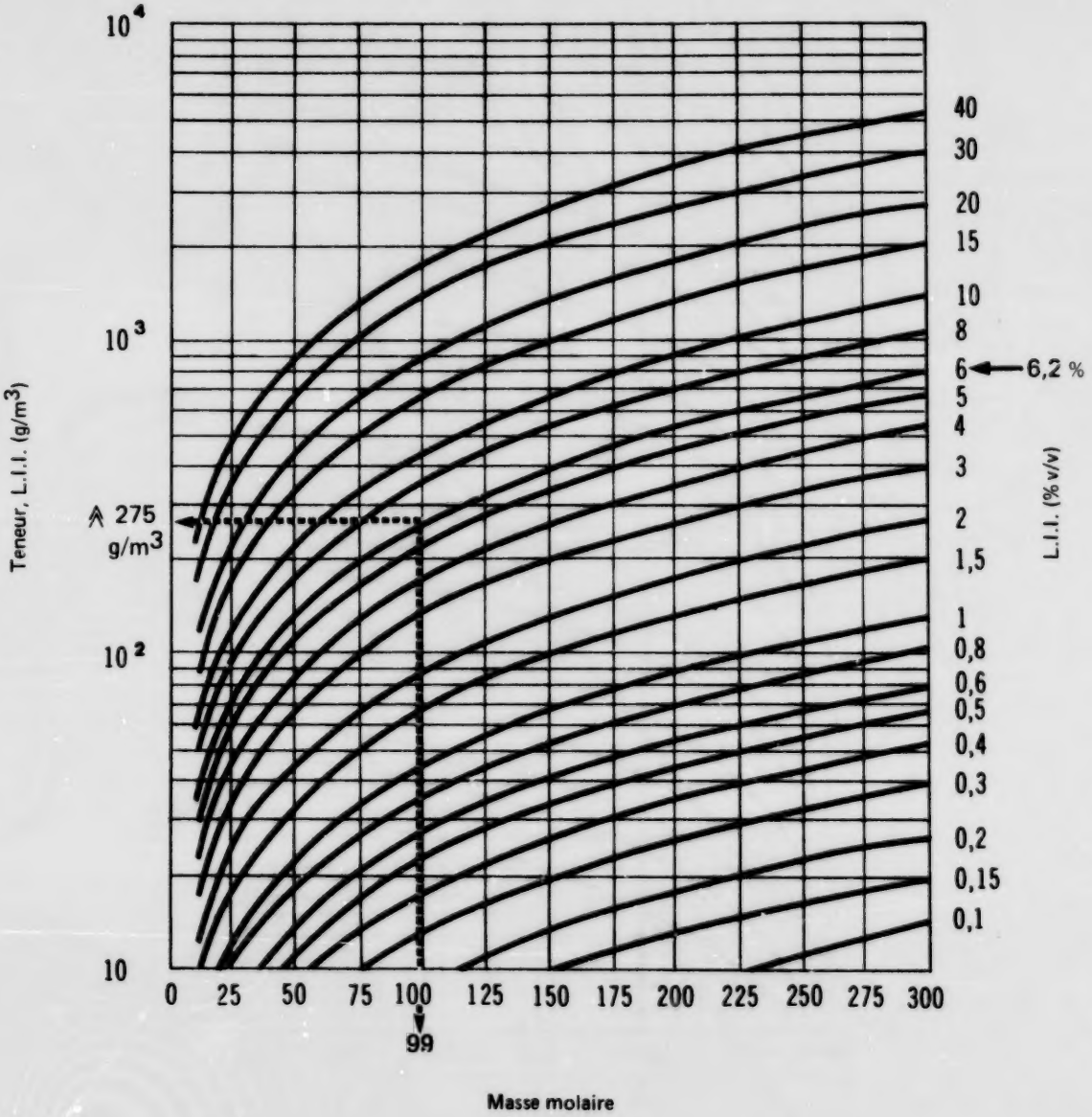


Exemple: MM du dichloro-1, 2 éthane = 99 TLV® = 10 ppm, alors TLV® en g/m^3 ≈ 0,04
Nota: Ces données valent pour une température de 25 °C et une pression de 101,3 kPa

Figure 16

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

CONVERSION DE LA L.I.I. (% de volume à g/m^3)



Exemple: MM dichloro-1, 2 éthane = 99, L.I.I. = 6,2 %, alors L.I.I. en g/m^3 ≅ 275
Nota: Ces données valent pour une temp. de 25 °C et une pression de 101,3 kPa

Figure 17

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

DISTANCE PARCOURUE PAR LE PANACHE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

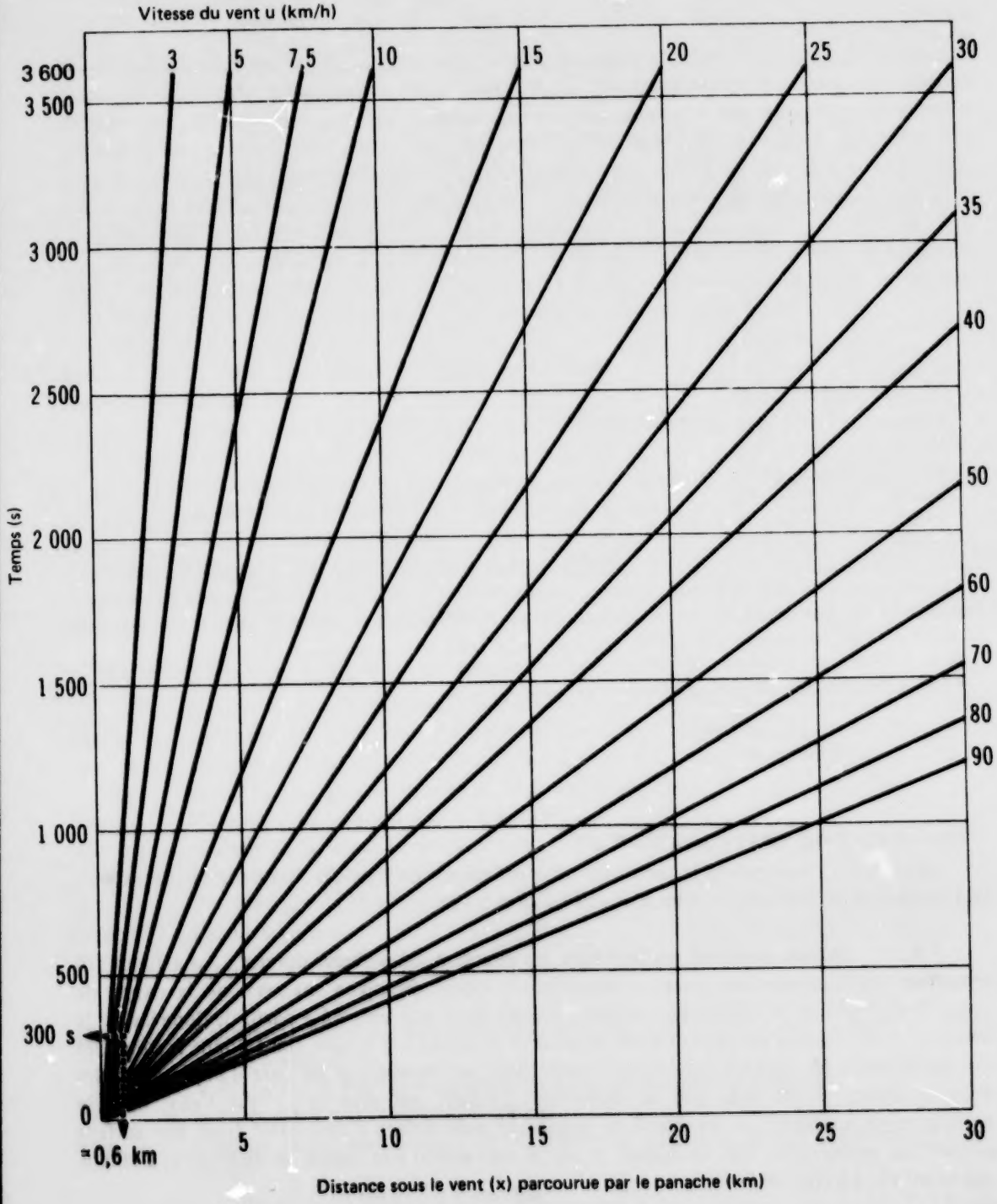


Tableau 7
Demi-largeurs maximales du panache dangereux (pour le dichloro-1, 2 éthane à 20 °C)

Conditions de stabilité D			Conditions de stabilité F	
q/u (g/m)	(L/2)max. (m)		(q/u) (g/m)	(L/2)max. (m)
2 500 000	3195* (99,5 km)		250 000	1475
2 000 000	2785		200 000	1250
1 500 000	2330		150 000	1010
1 000 000	1815		100 000	745
750 000	1520		75 000	600
500 000	1180		50 000	445
250 000	770	q/u = 26 670 →	25 000	275 → (L/2)max. = 285 m
200 000	670		20 000	240
100 000	450		10 000	155
75 000	380		7 500	130
50 000	300		5 000	100
25 000	200		2 500	65
20 000	175		1 000	40
15 000	150		500	25
10 000	115		250	20
7 500	100			
5 000	80			
2 500	55			
1 000	35			
500	25			

Exemple: – Une nappe de dichloro-1, 2 éthane libère sa vapeur à un débit $q = 5{,}6 \times 10^4$ g/s dans les conditions de stabilité F; si la vitesse du vent u = 2,1 m/s, alors q/u = 26 670 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale du panache dangereux (L/2)max. de 285 m.

Nota. – Ce tableau vaut seulement pour une teneur en dichloro-1, 2 éthane égale à 10 x TLV® ou 0,40 g/m^3.

* Les chiffres sont fournis pour une distance maximale sous le vent de 99,5 km.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La vitesse du vent (u) et le temps (t) de déplacement du panache étant connus, la distance (x_t) parcourue du côté sous le vent peut être obtenue.

5.3.2.5 Rayon maximal de la nappe en fonction du volume déversé. – La figure 20 représente un nomogramme visant à simplifier le calcul du rayon maximal de la nappe de polluant en fonction de différents volumes déversés. Bien que préparé à partir de données sur le benzène, ce nomogramme peut être utilisé pour le dichloro-1, 2 éthane étant donné la similarité qui existe entre les tensions interfaciales avec l'eau, les viscosités et les taux d'évaporation des deux produits. Il est vrai que le dichloro-1, 2 éthane est plus dense que l'eau, mais le nomogramme a néanmoins été établi en supposant une surface d'eau calme (non une surface poreuse ou accidentée) afin de donner le rayon maximal d'une nappe de dichloro-1, 2 éthane qui aurait été déversé sur le sol.

Les données relatives au dichloro-1, 2 éthane proviennent du Hazard Assessment Handbook (CHRIS, 1974) et d'un modèle d'ordinateur utilisé pour démontrer l'étalement et l'évaporation simultanés d'un liquide cryogénique déversé dans l'eau (PHANI, 1974). Les données numériques du nomogramme fournissent une estimation du temps nécessaire à l'évaporation complète du polluant déversé.

5.3.3 Étapes du calcul. – L'exemple donné ci-dessous illustre les étapes à suivre dans le calcul qui permet de déterminer la zone dangereuse du côté sous le vent du lieu où se produit un déversement. L'utilisateur prendra note des limites des méthodes de calcul décrites dans le présent guide ou dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Les estimations ne valent que pour les conditions précisées. Il est souhaitable que l'utilisateur, dans un cas de déversement réel, se serve de données connues ou observables (par exemple le rayon de la nappe).

DONNÉES DU PROBLÈME

Au cours de la nuit, vers 2 h, 20 tonnes de dichloro-1, 2 éthane ont été déversées sur un sol plat. Il est maintenant 2 h 05. La température est de 20 °C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 7,5 km/h. Déterminer la zone de vapeurs dangereuses.

ÉTAPES DU CALCUL

Étape 1 La masse m de liquide déversé est de 20 tonnes.

Étape 2 Calculer le rayon r de la nappe.
Utiliser le rayon mesuré sur place si cela est possible.
Sinon, utiliser le rayon maximal de la figure 20, section 5.4. À noter que l'utilisation de cette donnée, qui s'applique aux déversements sur un plan d'eau, donnera une mesure exagérée du rayon de la nappe sur le sol.
r = 85 ÷ 1000 = 0,085 km

Étape 3 Calculer le débit d'émission q à temp. = 20 °C.

Étape 4 Déterminer la vitesse du vent u et sa direction D.
Utiliser l'information accessible sur les conditions météorologiques, de préférence à partir d'observations faites sur le terrain. Ici:
u = 7,5 km/h; u = 7,5 ÷ 3,6 = 2,1 m/s;
D = N.-O. ou 315° (D = direction d'où souffle le vent).

Étape 5 Déterminer la catégorie appropriée de conditions météorologiques.
Le tableau 7 permet d'établir qu'il s'agit de la catégorie F, puisque u < 11 km/h et que le déversement se produit au cours de la nuit.

Étape 6 Déterminer la teneur T dangereuse limite.
Il s'agit de la valeur la moindre entre 10 x TLV® et la limite inférieure d'inflammabilité dans le cas du dichloro-1, 2 éthane, donc:
T = 0,40 g/m^3 (TLV® = 0,04 g/m^3; L.I.I. = 275 g/m^3)

Étape 7 Calculer Tu/q.

$$Tu/q = \frac{0{,}40 \times 2{,}1}{5{,}6 \times 10^4} = 1{,}5 \times 10^{-5}\ m^{-2}$$

Étape 8 Calculer la distance maximale dangereuse du côté sous le vent x à partir du point source p virtuel.
Voir figure 14. Pour une catégorie F de conditions météorologiques,
si Tu/q = 1,5 x 10^{-5} m^{-2}, x_p = 18 km.

Étape 9 Calculer la distance dangereuse maximale du côté sous le vent x à partir de l'aire source a.
Comme x_p = 18 km et r = 0,085 km,
$x_a = x_p - 10\,r$ = 18 km – 10 (0,085 km) = 17,2 km.

Étape 10 Calculer la demi-largeur maximale du panache dangereux (L/2)max.
Se servir du tableau 7. Comme $q = 5{,}6 \times 10^4$ g/s et u = 2,1 m/s,

$$q/u = \frac{5{,}6 \times 10^4}{2{,}1} = 26\,670 \text{ g/m}$$

pour la catégorie F de conditions météorologiques, la valeur de q/u la plus proche se situe entre 25 000 et 50 000 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale de 285 m.

Étape 11 Déterminer le temps t écoulé depuis le début du déversement,
t = 5 mn x 60 = 300 s.

Étape 12 Calculer la distance sous le vent x parcourue par le panache depuis le début du déversement.
Se servir de la figure 17. Comme t = 300 s et u = 7,5 km/h,
x_t = 0,6 km (plus précisément: ut = 2,1 m/s x 300 s = 630 m = 0,63 km).

Étape 13 Schématiser la zone dangereuse.
Cela se fait en formant un rectangle dont deux côtés opposés mesurent chacun deux fois la demi-largeur maximale du panache dangereux (285 m), alors que les deux autres côtés mesurent chacun l'équivalent de la distance maximale dangereuse sous le vent à partir de l'aire source, soit 17,2 km, et sont orientés dans la direction du vent (voir figure 18).
Si le vent ne fluctue que de 20° (315° ± 10°), le schéma de la zone dangereuse correspond à la figure 19.
Nota. – Au cours des 5 minutes qui se sont écoulées depuis le début du déversement, le panache a franchi seulement 0,63 km. Sous un vent de 7,5 km/h, il s'écoulerait encore 133 minutes avant que le panache ne franchisse la distance maximale dangereuse sous le vent, soit 17,2 km.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. – Déversé dans l'eau, le dichloro-1, 2 éthane tombe au fond et se dissout très lentement. Des nomogrammes ont été préparés afin de permettre d'évaluer la longueur et la largeur de la zone polluée dans un cours d'eau non soumis à la marée en ne supposant aucune dissolution, et d'évaluer la teneur maximale en aval en supposant la dissolution totale du polluant. Ces nomogrammes représentent les pires scénarios relativement à l'étendue de la zone polluée et à la teneur en polluant en aval dans le cas d'un déversement de dichloro-1, 2 éthane.

Afin d'évaluer la zone polluée du lit d'un cours d'eau par suite du déversement d'un liquide insoluble et à haute densité dans l'eau, on a évalué la vitesse de chute terminale (Vt) des particules individuelles à l'aide d'un modèle mathématique (Thibodeaux, 1980). La vitesse de chute d'une particule est fonction de sa densité relative, de sa taille et de sa forme ainsi que de la densité et de la viscosité de l'eau. La résistance qui s'oppose à la chute des particules présentes dans l'eau varie en fonction des régimes.

Lorsqu'il y a perforation d'une citerne, la taille des particules dépendra de la taille de l'orifice, des propriétés physiques du produit chimique déversé et de l'eau, ainsi que de la vitesse de chute du produit chimique dans l'eau. Des nomogrammes s'appliquant aux vitesses de chute et à la largeur de la nappe ont été préparés en utilisant la plus petite gouttelette pour toute taille d'orifice afin de maximiser l'évaluation de la largeur et de la longueur de la nappe. Ce modèle est exposé en détail dans le Manuel d'introduction Enviroguide.

Figure 18

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT INVARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

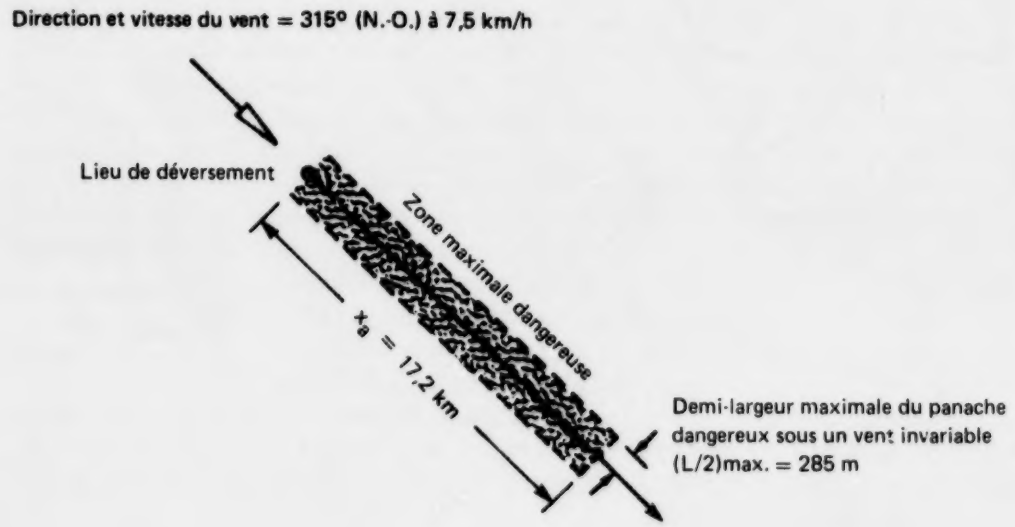
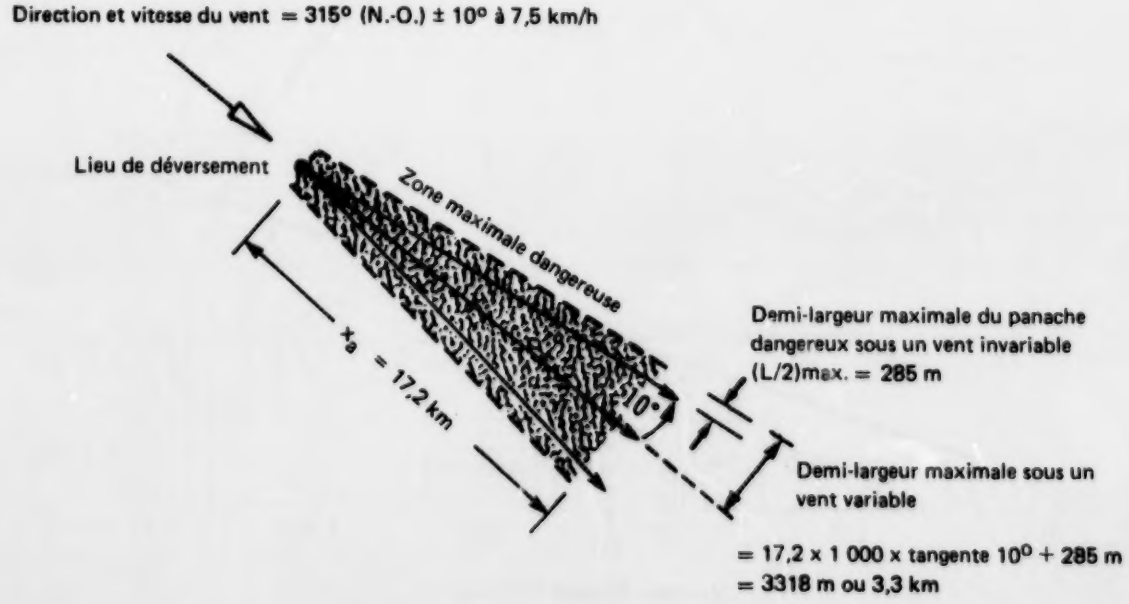


Figure 19

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT VARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME



À mesure que le dichloro-1, 2 éthane se dissout dans l'eau, il y a mélange entre les deux liquides et dilution du produit. Ce mélange peut généralement être décrit au moyen des équations classiques de diffusion comportant un ou plusieurs coefficients de diffusion. Dans les cours d'eau, le principal agent diffuseur est la turbulence de l'eau alors qu'en eau calme, le mélange est assuré par diffusion moléculaire. À noter que dans la préparation des nomogrammes, on a supposé que tout le liquide était dissous, alors que l'expérience démontre qu'il n'y a qu'un faible mélange dans certaines situations. Lorsqu'on veut estimer la teneur en polluant d'un cours d'eau, en un point situé en aval du déversement, il convient d'établir un modèle de diffusion dans les eaux en mouvement. Le modèle utilisé s'applique strictement aux liquides neutres en mouvement et aux solides qui se dissolvent dans l'eau. L'application de ce modèle au dichloro-1, 2 éthane produira le scénario le plus pessimiste, comme il a été noté plus haut.

Le modèle unidimensionnel utilise un canal de section retangulaire et suppose une teneur uniforme en polluant dans toute la section. Évidemment, ce modèle ne s'applique qu'en des points situés loin en aval du déversement où le polluant a été entièrement dilué dans tout le canal. Le modèle peut être utilisé pour les rivières dont le rapport entre la largeur et la profondeur est inférieure à 100 ($L/h < 100$) et suppose un coefficient de rugosité de Manning de 0,03. Ce modèle est exposé en détail dans le Manuel d'introduction Enviroguide.

Aucun modèle n'a été préparé en ce qui a trait à la diffusion moléculaire en eau calme, mais des nomogrammes ont été préparés afin de définir la zone dangereuse et la teneur moyenne en polluant de cette zone en fonction du volume déversé, mais indépendamment du temps écoulé.

Figure 20

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **RAYON MAXIMAL DE LA NAPPE EN FONCTION DU VOLUME DÉVERSÉ**

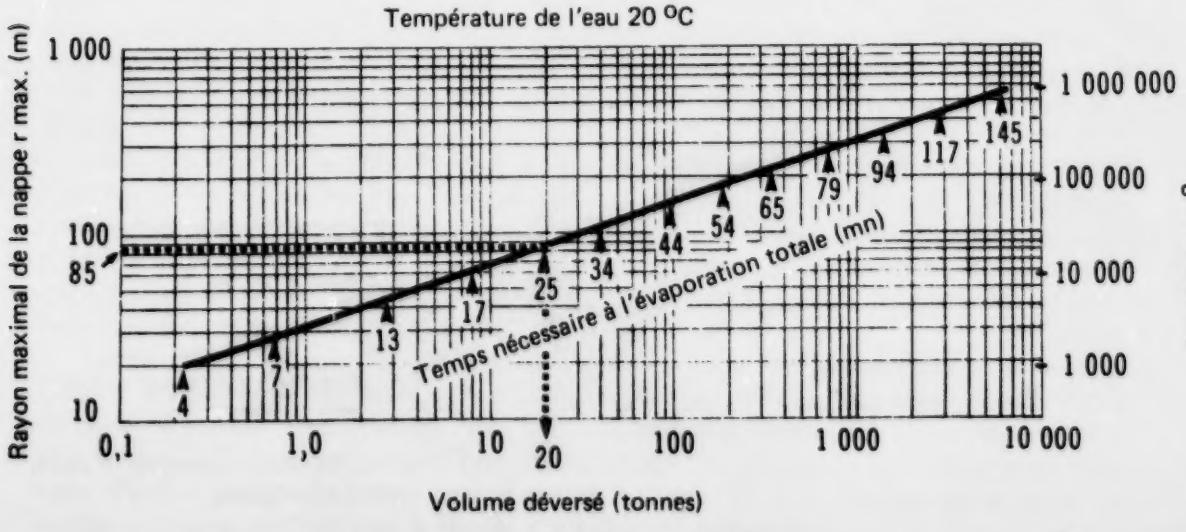
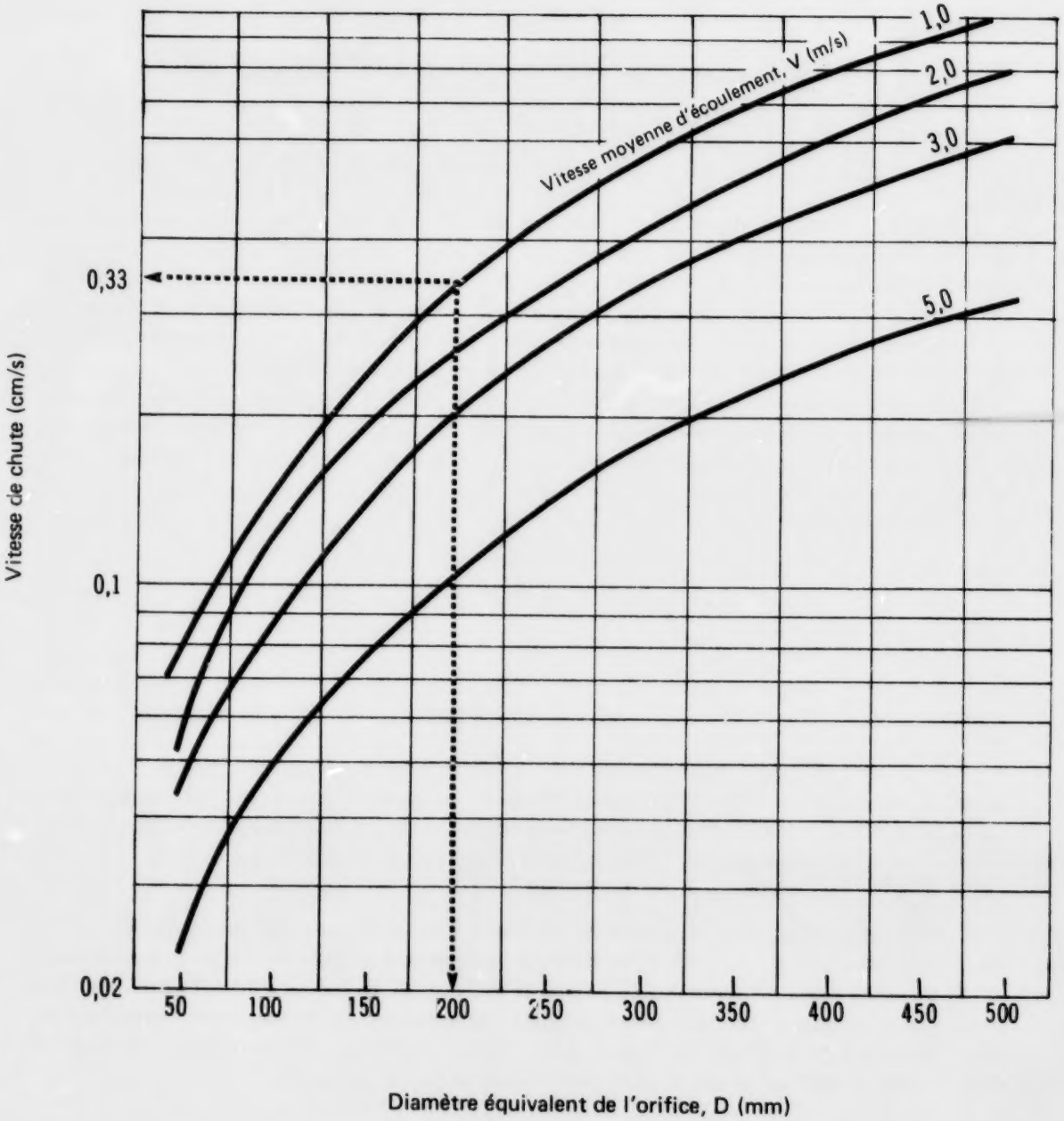


Figure 21

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **VITESSE DE CHUTE EN FONCTION DU DIAMÈTRE ÉQUIVALENT**



5.4.2 Nomogrammes

5.4.2.1 Zone polluée du lit du cours d'eau – aucune dissolution. – Les nomogrammes suivants permettent de calculer la longueur et la largeur de la zone polluée du lit d'un cours d'eau non soumis aux marées ou de la zone polluée du lit d'un plan d'eau calme.

Figure 21 Vitesse de chute en fonction du diamètre équivalent

Figure 22 Temps de décantation en fonction de la vitesse terminale de chute à différentes vitesses d'écoulement

Figure 23 Distance parcourue en aval en fonction du temps de décantation

Figure 24 Largeur de la nappe en fonction du diamètre équivalent de l'orifice et des hauteurs d'eau

5.4.2.1.1 Vitesse de chute en fonction du diamètre équivalent. – La taille des plus petites gouttelettes de liquide est fonction des dimensions de l'orifice, des caractéristiques du produit chimique et de l'eau et de la vitesse relative de chute dans l'eau. Pour la préparation du nomogramme, la vitesse de sortie du liquide du wagon-citerne a été considérée comme le vecteur vertical de la vitesse au moment où le jet de liquide touche la surface de l'eau. La figure 21 permet d'évaluer la vitesse terminale de chute dans l'eau des gouttelettes de dichloro-1, 2 éthane en fonction du diamètre de l'orifice et de la vitesse moyenne d'écoulement du cours d'eau. Lorsque la vitesse d'écoulement est inférieure à 1 m/s, la courbe correspondant à 1 m/s pourra constituer une approximation raisonnable. L'écoulement turbulent d'un cours d'eau réduirait la vitesse de chute des gouttelettes, particulièrement les plus petites, mais il n'a pas été tenu compte de cet effet dans le présent ouvrage.

5.4.2.1.2 Temps de décantation en fonction de la vitesse terminale de chute à différentes vitesses d'écoulement. – En fonction de la vitesse de chute déterminée au moyen de la figure 21, il est possible d'évaluer, à l'aide de la figure 22, le temps nécessaire pour que les gouttelettes de polluant se déposent sur le lit d'un cours d'eau d'une certaine profondeur, sans tenir compte de l'effet de mélange de l'écoulement turbulent.

5.4.2.1.3 Distance parcourue en aval en fonction du temps de décantation. – En fonction du temps de décantation déterminé au moyen de la figure 22, il est possible d'établir, à l'aide de la figure 23, la distance en aval à laquelle les plus petites gouttelettes de dichloro-1, 2 éthane atteindront le lit de la rivière, en fonction de différentes vitesses d'écoulement.

5.4.2.1.4 Largeur de la nappe en fonction du diamètre équivalent de l'orifice et des hauteurs d'eau. – Pour un orifice de diamètre équivalent donné, la largeur de la zone polluée du lit du cours d'eau peut être établie à l'aide de la figure 24, en fonction de différentes hauteurs d'eau. Le nomogramme indique une largeur de nappe maximum en supposant l'éparpillement des plus petites gouttelettes. La largeur de la nappe permet par ailleurs d'estimer le diamètre d'une nappe de polluant en cas de déversement dans un plan d'eau calme.

5.4.2.2 Teneur en polluant en aval du cours d'eau – dissolution totale. – Les nomogrammes suivants permettent de calculer la teneur en polluant des cours d'eau non soumis aux marées et des lacs (eau calme).

Figure 22

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

TEMPS DE DÉCANTATION EN FONCTION DE LA VITESSE TERMINALE DE CHUTE À DIFFÉRENTES VITESSES D'ÉCOULEMENT

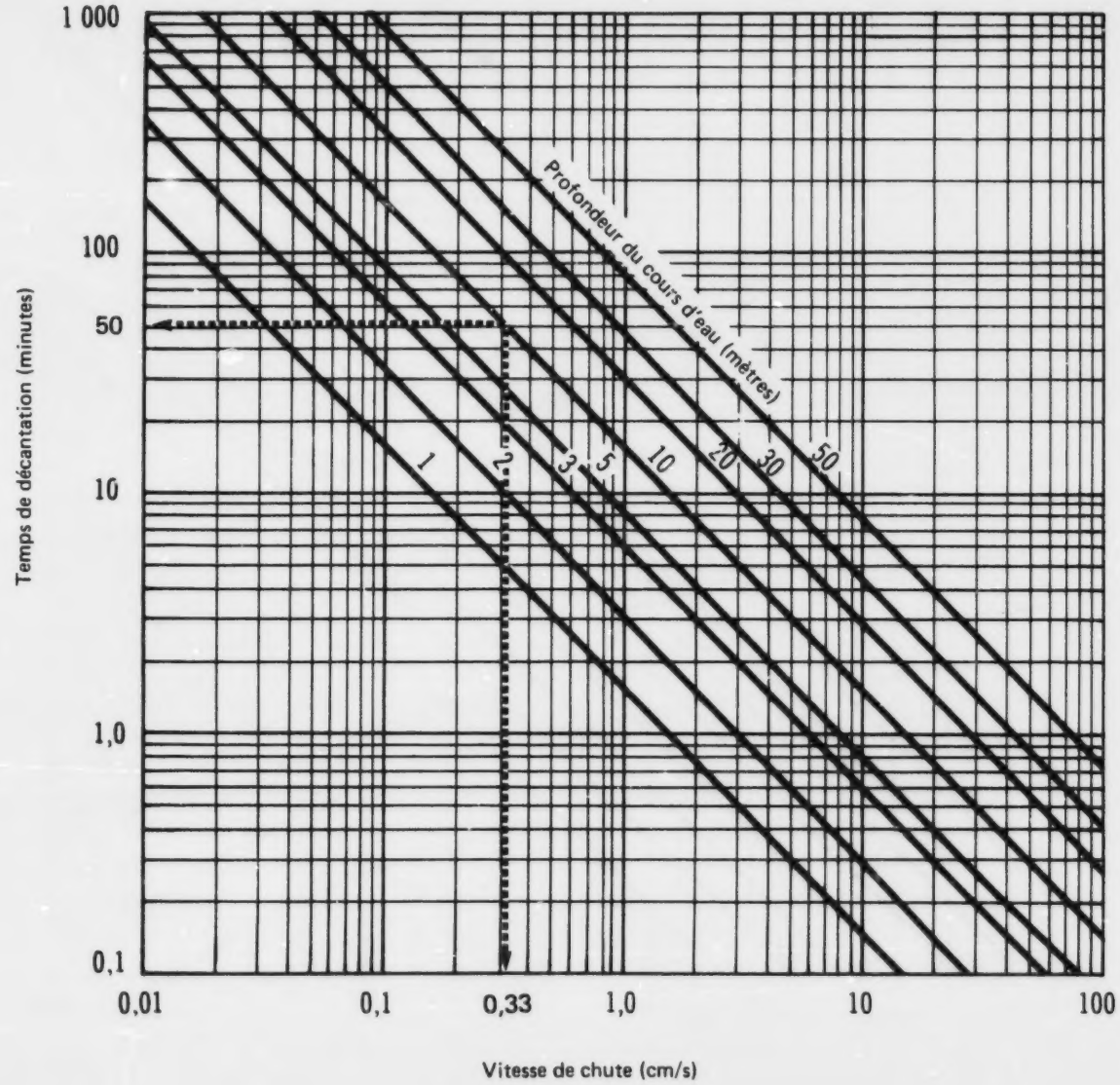


Figure 23

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

DISTANCE PARCOURUE EN AVAL EN FONCTION DU TEMPS DE DÉCANTATION

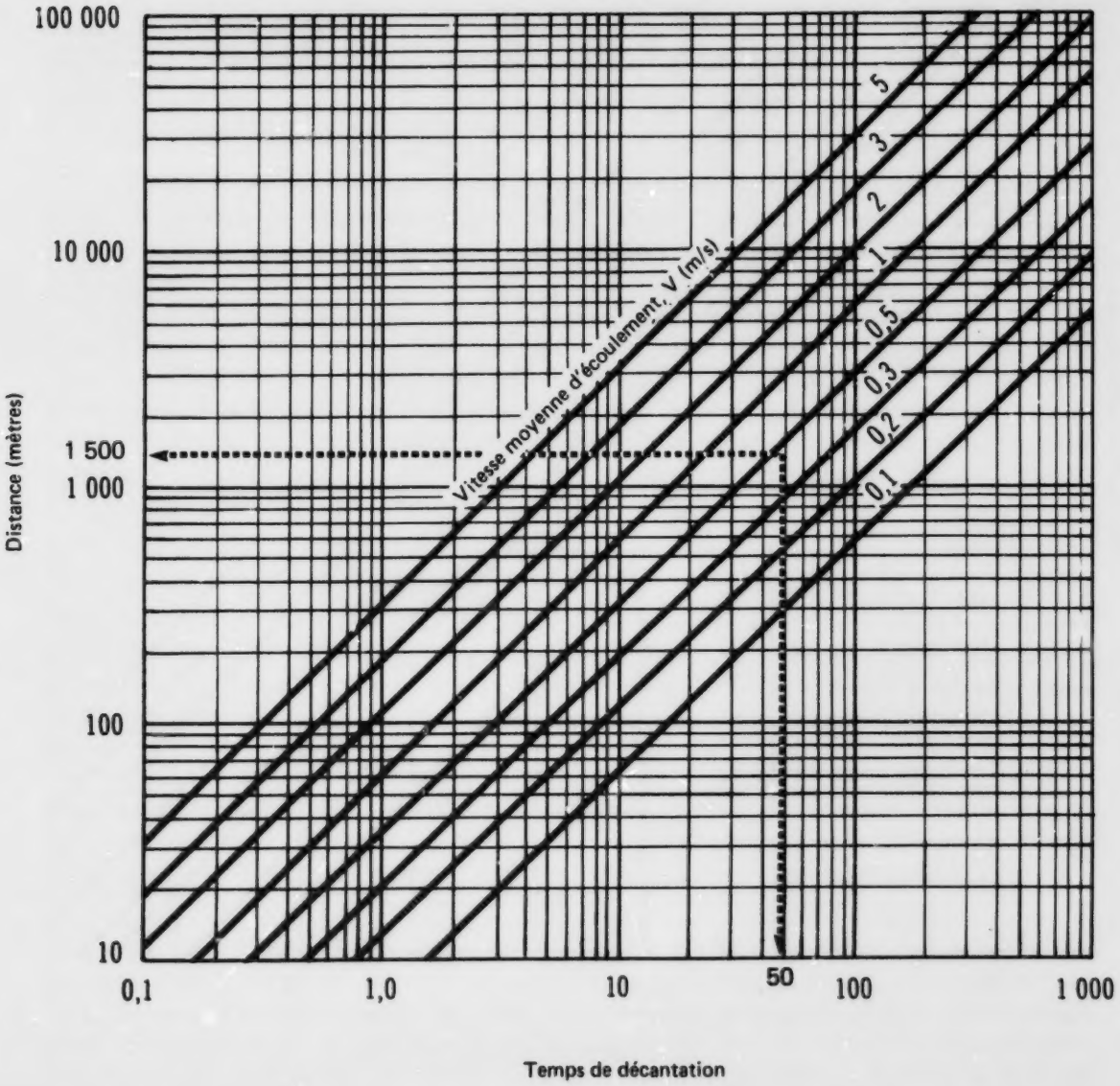
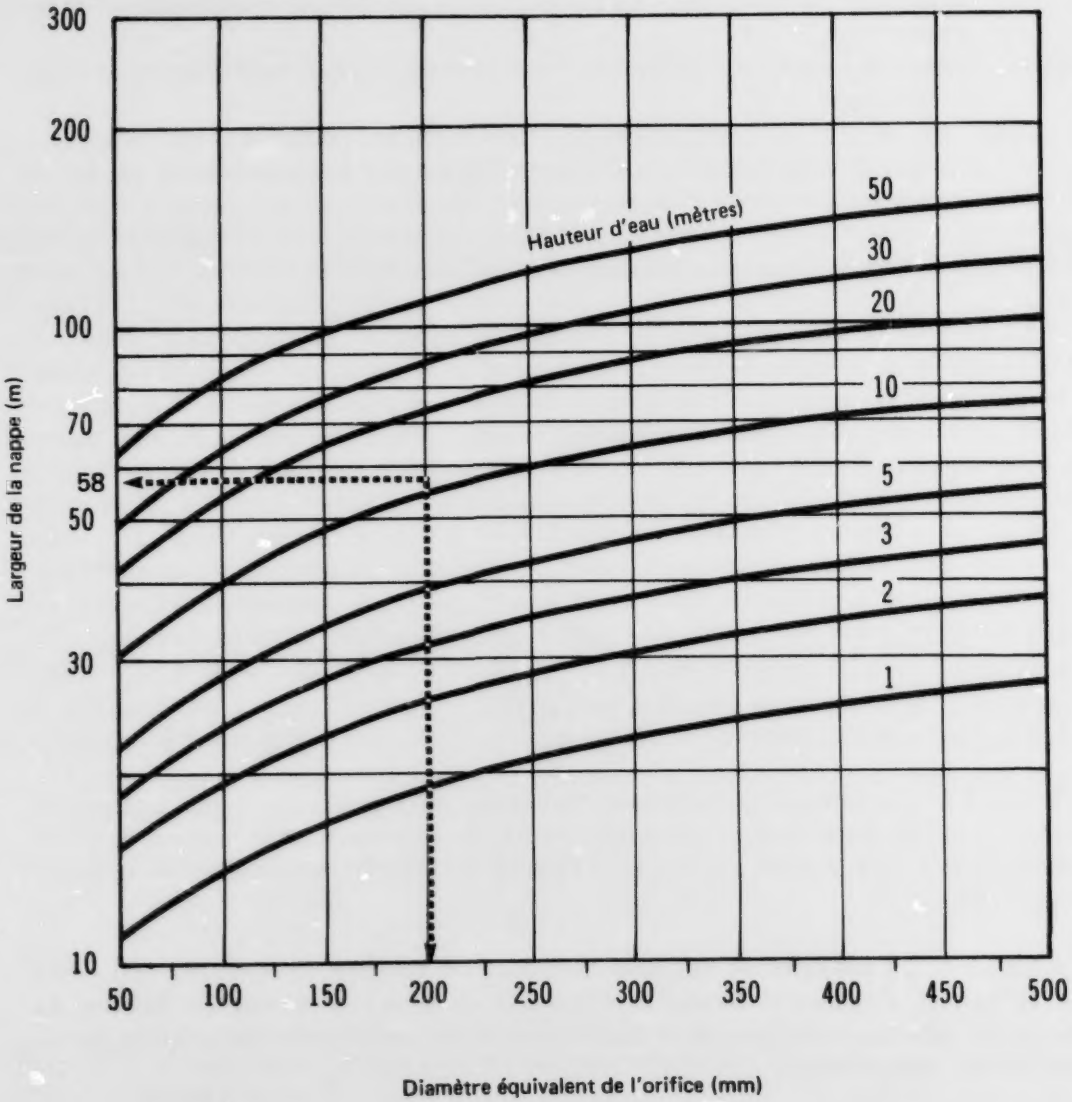


Figure 24

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

LARGEUR DE LA NAPPE EN FONCTION DU DIAMÈTRE ÉQUIVALENT DE L'ORIFICE ET DES HAUTEURS D'EAU



Cours d'eau non soumis aux marées

Figure 26 Distance parcourue en fonction du temps selon diverses vitesses d'écoulement

Figure 27 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal selon diverses hauteurs d'eau

Figure 28 Coefficient de diffusion en fonction du rayon hydraulique selon diverses vitesses d'écoulement

Figure 29 Alpha* en fonction du coefficient de diffusion selon diverses tranches de temps

Figure 30 Alpha en fonction de delta* selon diverses dimensions de nappes de polluant

Figure 31 Teneur maximum en fonction de delta en diverses sections mouillées.

Lacs ou plans d'eau calme

Figure 32 Volume déversé en fonction du rayon de la zone dangereuse selon diverses hauteurs d'eau

Figure 33 Teneur moyenne en fonction du volume déversé dans la zone dangereuse selon divers volumes.

Le plan d'utilisation des nomogrammes présenté à la figure 24 expose la marche à suivre pour évaluer la teneur en polluant en aval d'un déversement. Les nomogrammes qui seront utilisés (figures 26 à 31) sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

5.4.2.2.1 Nomogrammes pour les cours d'eau non soumis aux marées

5.4.2.2.1.1 Distance parcourue en fonction du temps. – La figure 26 présente une relation simple entre la vitesse moyenne d'écoulement, le temps, et la distance. Si l'on utilise une évaluation de la vitesse moyenne d'écoulement (u), on peut déterminer, à l'aide de la figure 26, le temps (t) nécessaire pour atteindre un point fixé à une certaine distance (x) en aval du déversement.

5.4.2.2.1.2 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal (figure 27). – Le modèle choisi pour évaluer la teneur en polluant en aval du lieu du déversement comporte une section rectangulaire théorique du canal ayant une largeur (L) et une hauteur d'eau (h). Le rayon hydraulique(r) doit être connu pour calculer le coefficient de diffusion turbulente (E). Le rayon hydraulique lui-même correspond au rapport de la surface de la section (s) mouillée (ou section de l'écoulement) au périmètre mouillé (B). La figure 27 permet de déterminer, à partir de la largeur et de la hauteur d'eau, le rayon hydraulique d'une section mouillée théorique.

5.4.2.2.1.3 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique (fig. 28). – Une fois connu le rayon hydraulique (r) à l'aide de la figure 27, et la vitesse moyenne d'écoulement (V) il est possible de calculer, à l'aide de la figure 27, le coefficient de diffusion turbulente (E).

5.4.2.2.1.4 Coefficient de diffusion turbulente en fonction de alpha (fig. 29). – La figure 29 permet d'estimer le facteur de conversion alpha (α); ce dernier est fonction du coefficient de diffusion turbulente (E) et du temps (t) nécessaire pour atteindre un point fixé en aval du lieu du déversement.

* Alpha et delta ne sont que des facteurs de conversion et ne servent qu'à faciliter le calcul de la teneur en polluant en aval du cours d'eau.

5.4.2.2.1.5 Alpha en fonction de delta (fig. 30). – Un second facteur de conversion, delta, est requis pour évaluer la teneur en polluant en un point donné. Delta est fonction d'alpha et de la masse de liquide déversé.

5.4.2.2.1.6 Teneur maximale en fonction de delta (fig. 31). – Il s'agit de la dernière étape dans le calcul de la teneur maximale du polluant en un point situé en aval du lieu du déversement. En se servant du facteur delta et connaissant la surface de la section mouillée (s), la teneur peut être obtenue. La valeur obtenue vaut pour les liquides ou les solides de densité équivalente à l'eau et variera quelque peu dans le cas de polluants dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau.

5.4.2.2.2 Diffusion dans les étendues d'eau calme

5.4.2.2.2.1 Volume d'eau en fonction du rayon (fig. 32). – L'étendue d'eau calme (ni vent, ni courant) touchée par le déversement d'un liquide de densité équivalente à celle de l'eau est représentée par un cylindre théorique de rayon (r) et de longueur égale à la hauteur d'eau (h) à l'endroit où le déversement se produit. Le volume d'eau peut être obtenu à l'aide de la figure 24. Le rayon (r) équivaut à la distance (x) entre le lieu du déversement et le point en aval où la teneur est mesurée.

5.4.2.2.2.2 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau (fig. 33). – Pour un volume d'eau connu du cylindre théorique, le nomogramme permet d'établir une teneur moyenne en polluant selon la masse de liquide déversé. Il est supposé que la diffusion du polluant est uniforme dans le cylindre. En pratique, dans le cas de substances dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau, la teneur réelle près du fond sera plus forte ou plus faible.

5.4.3 Exemples de calcul

5.4.3.1 Zone polluée du lit d'un cours d'eau. – Vingt tonnes de dichloro-1, 2 éthane ont été déversées dans un cours d'eau ayant une largeur de 250 mètres et une hauteur d'eau de 10 mètres. La vitesse moyenne d'écoulement est évaluée à 0,5 m/s. Si l'on suppose que le diamètre équivalent de l'orifice est de 200 mm, jusqu'à quelle distance en aval les plus petites gouttelettes seront-elles transportées avant d'atteindre le lit du cours d'eau et quelle est la largeur maximale de la zone polluée?

Étape 1 Calculer la vitesse terminale de chute (Vt)
Utiliser la figure 21
D = 200 mm; V ≤ 1 m/s, Vt = 0,33 cm/s

Étape 2 Calculer le temps de décantation (t)
Utiliser la figure 22
si Vt = 0,33 cm/s et h = 10 m, t = 50 mn

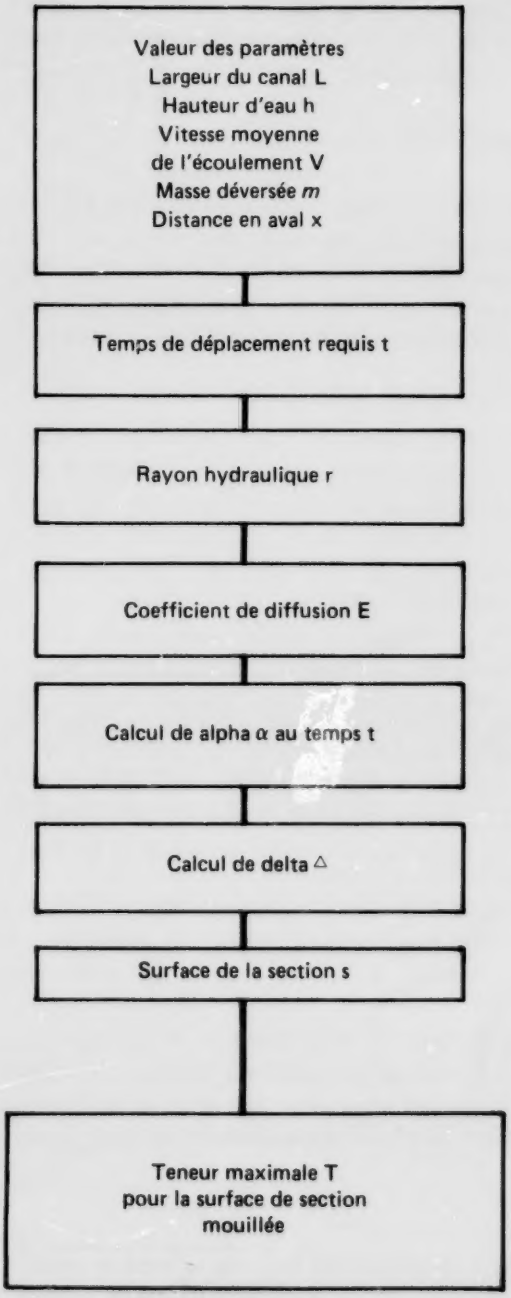
Étape 3 Calculer à quelle distance en aval les gouttelettes les plus fines atteindront le fond
Utiliser la figure 23
Si t = 50 mn et V = 0,5 m/s, x = 1500 m

Étape 4 Calculer la largeur maximale de la nappe (L)
Utiliser la figure 24
Si D = 200 mm et h = 10 m, L = 58 m.

Figure 25

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

ÉTAPES À SUIVRE POUR CALCULER LA TENEUR EN POLLUANT DANS UN COURS D'EAU NON SOUMIS AUX MARÉES



Étape 1	Par observation ou évaluation	
	L =	m
	h =	m
	V =	m/s
	m =	tonnes
	x =	m
Étape 2	t =	mn (fig. 26)
Étape 3	r =	m (fig. 27)
Étape 4	E =	m^2/s (fig. 28)
Étape 5	α =	(fig. 29)
Étape 6	△ =	(fig. 30)
Étape 7	s = L x h =	m^2
Étape 8	T =	ppm (fig. 31)

Figure 26

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

DISTANCE EN FONCTION DU TEMPS

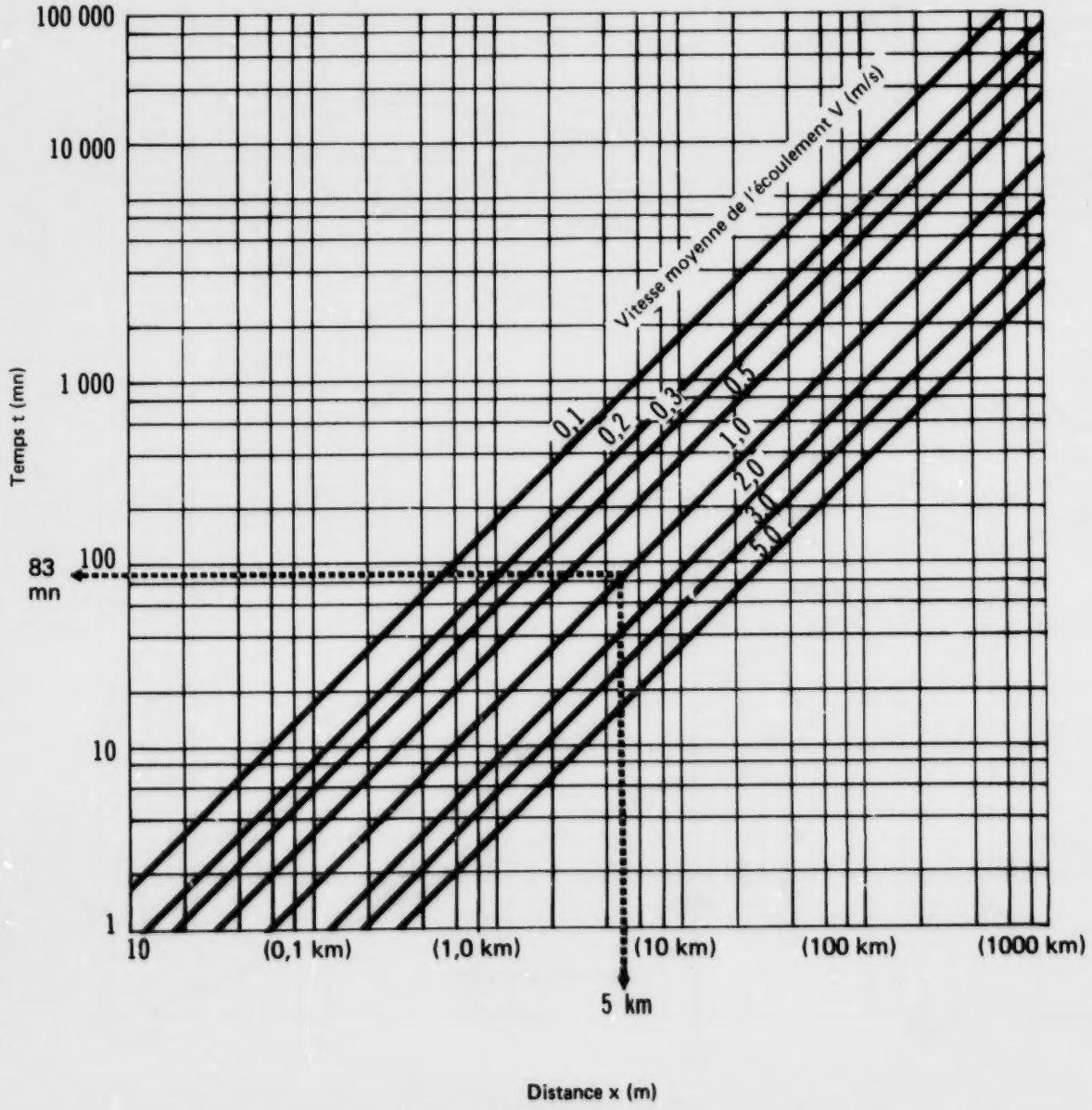


Figure 27

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

RAYON HYDRAULIQUE EN FONCTION DE LA LARGEUR DU CANAL

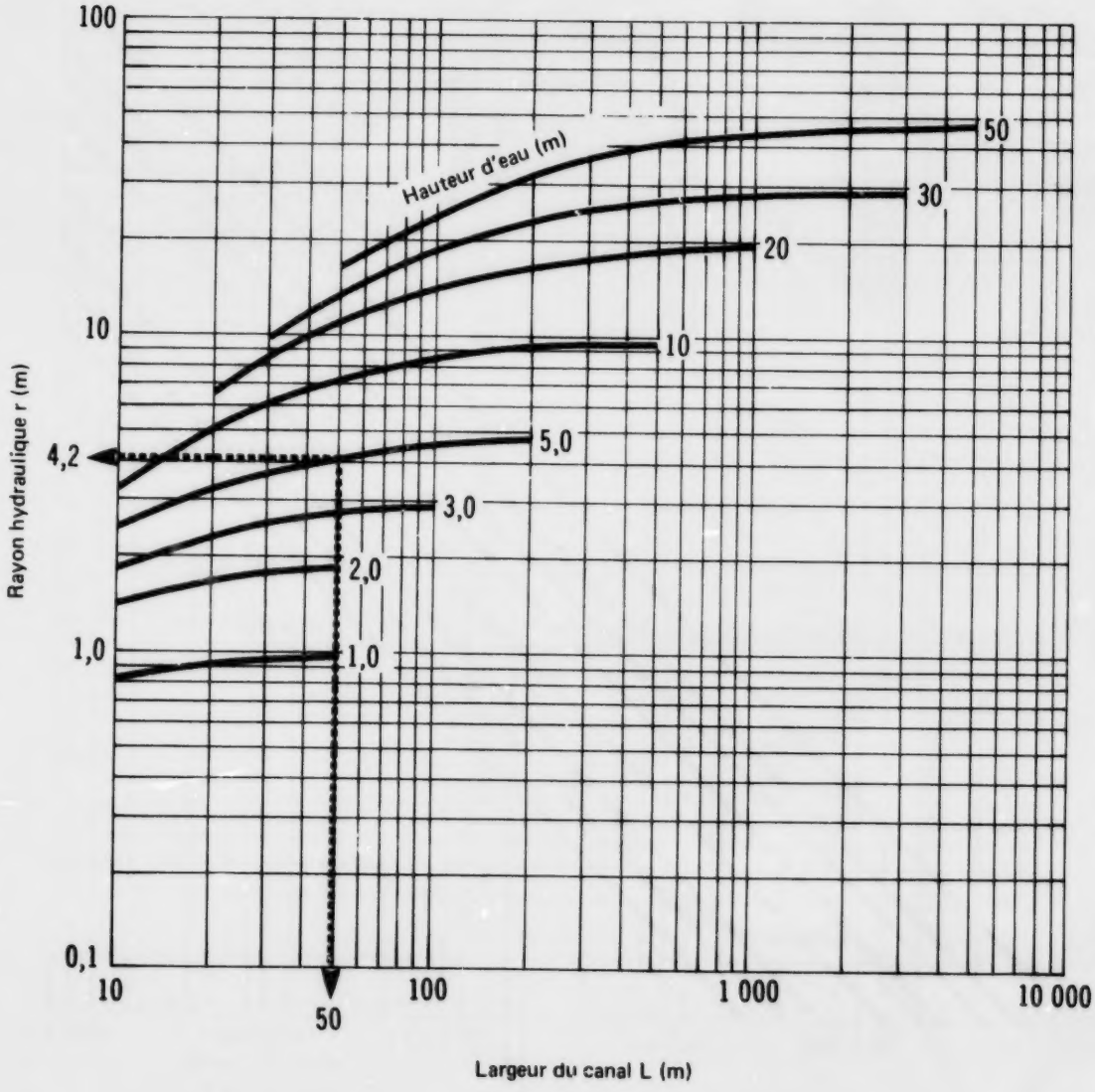


Figure 28

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

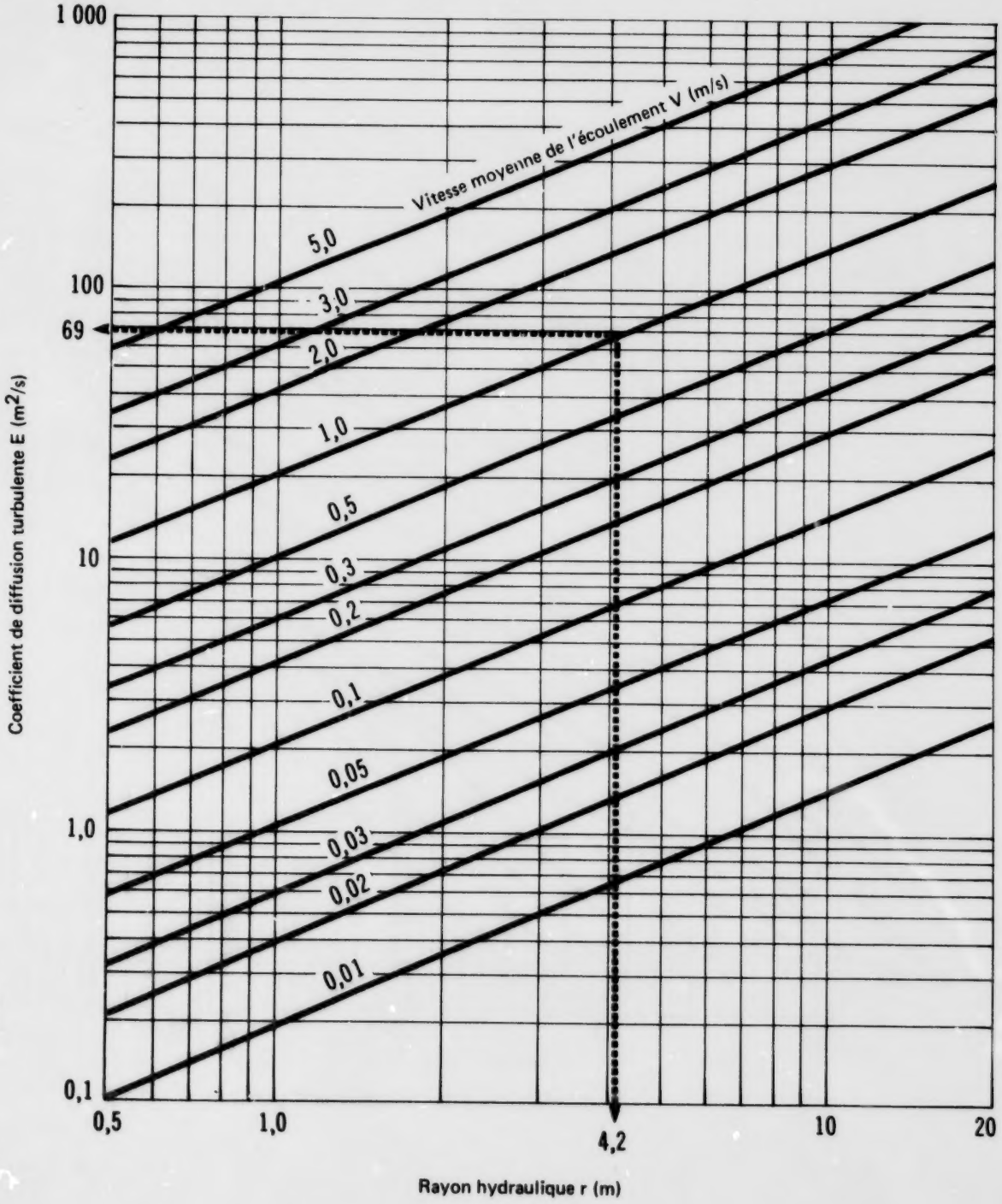


Figure 29

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

ALPHA
EN FONCTION DU COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE

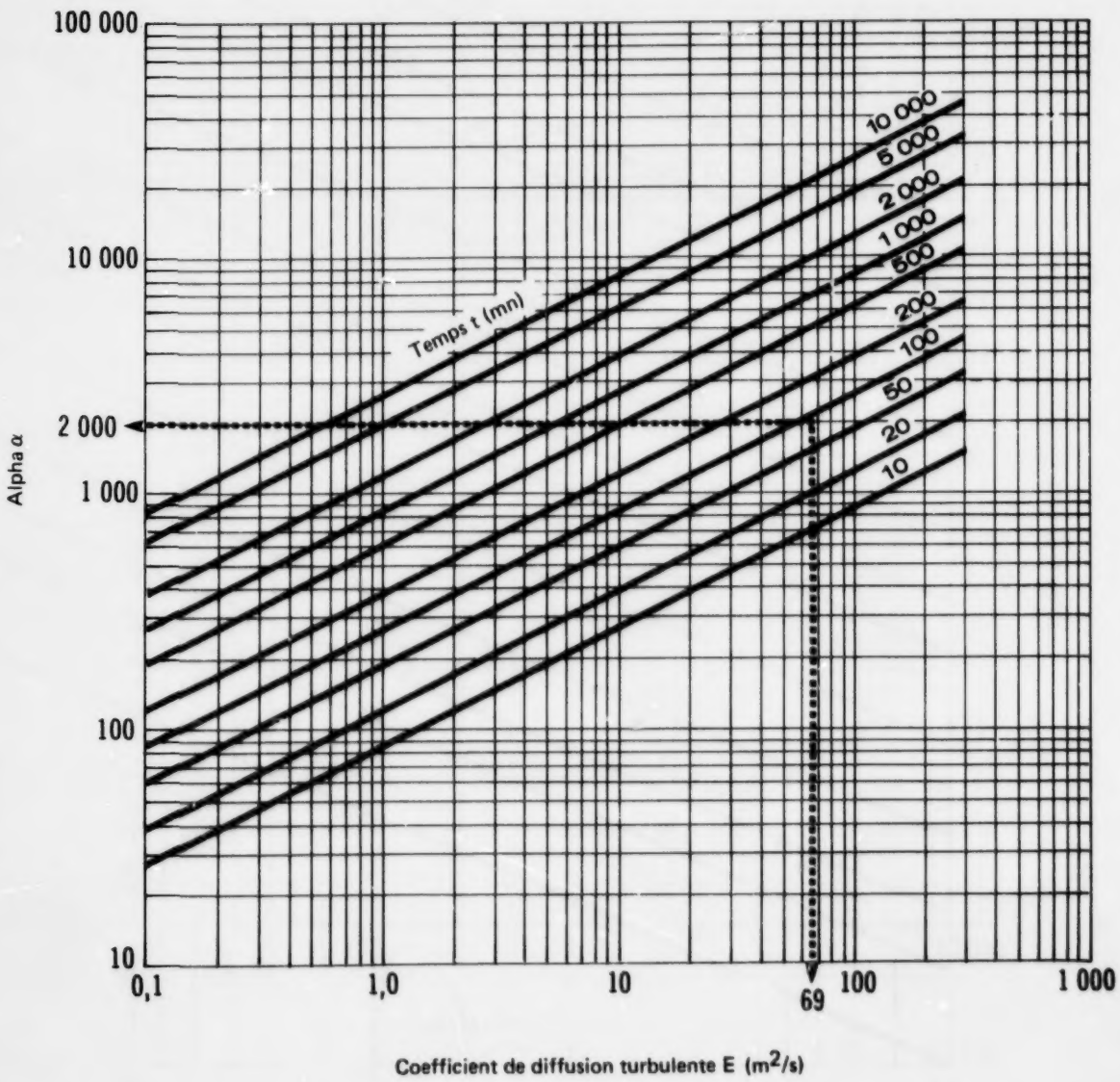


Figure 30

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

DELTA
EN FONCTION DE ALPHA

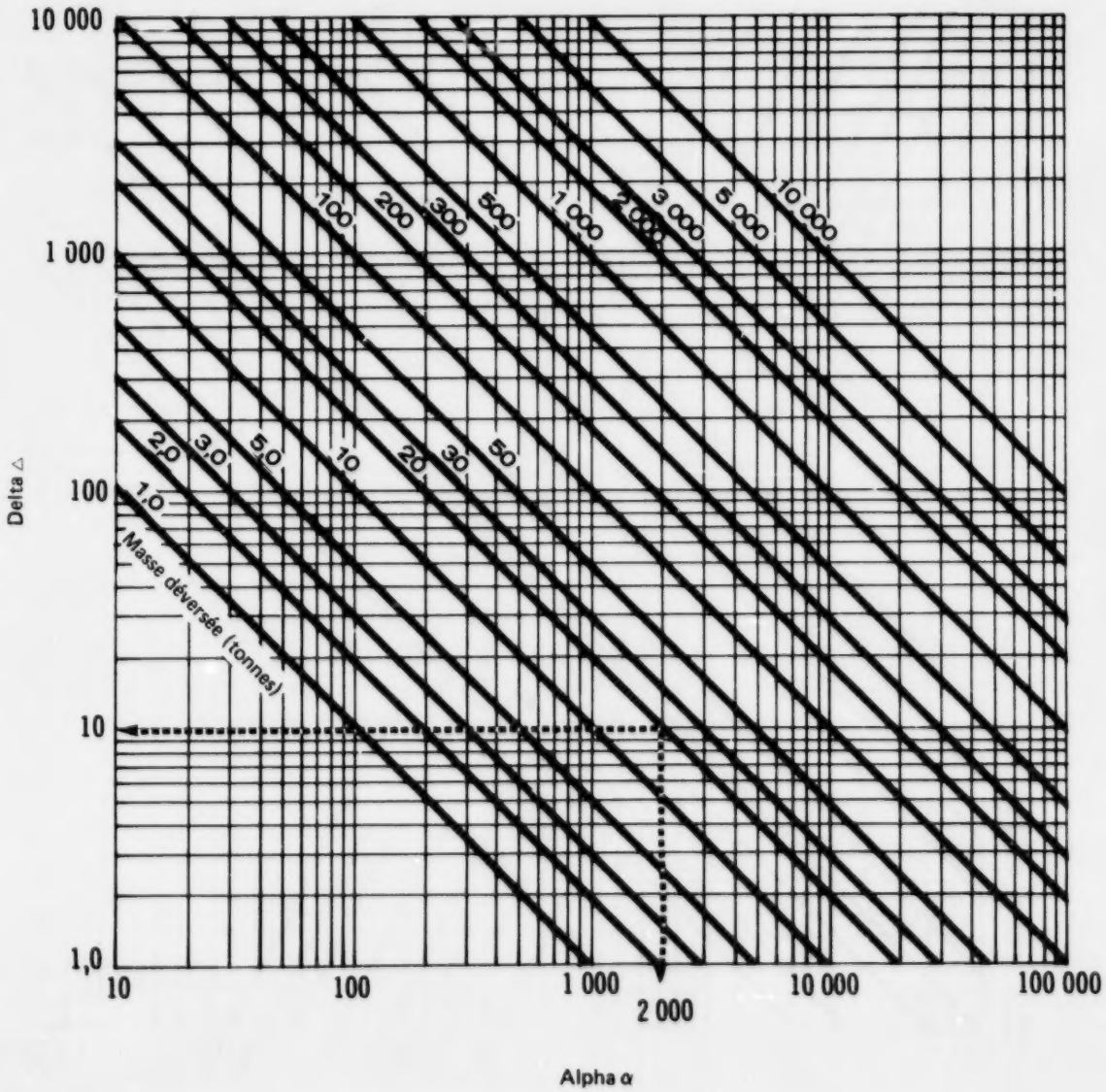


Figure 31

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

TENEUR MAXIMALE EN FONCTION DE DELTA

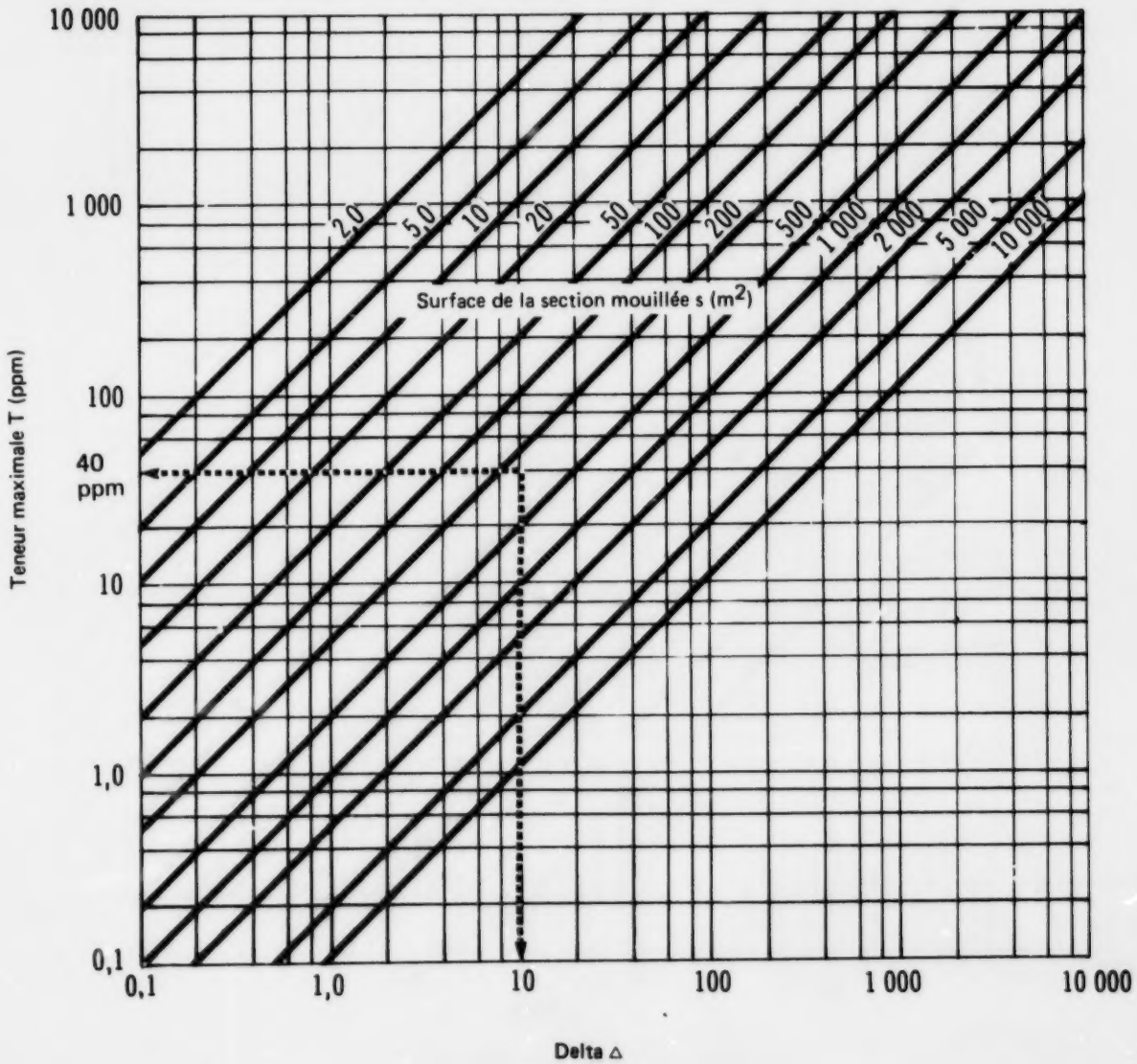


Figure 32

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

VOLUME D'EAU EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

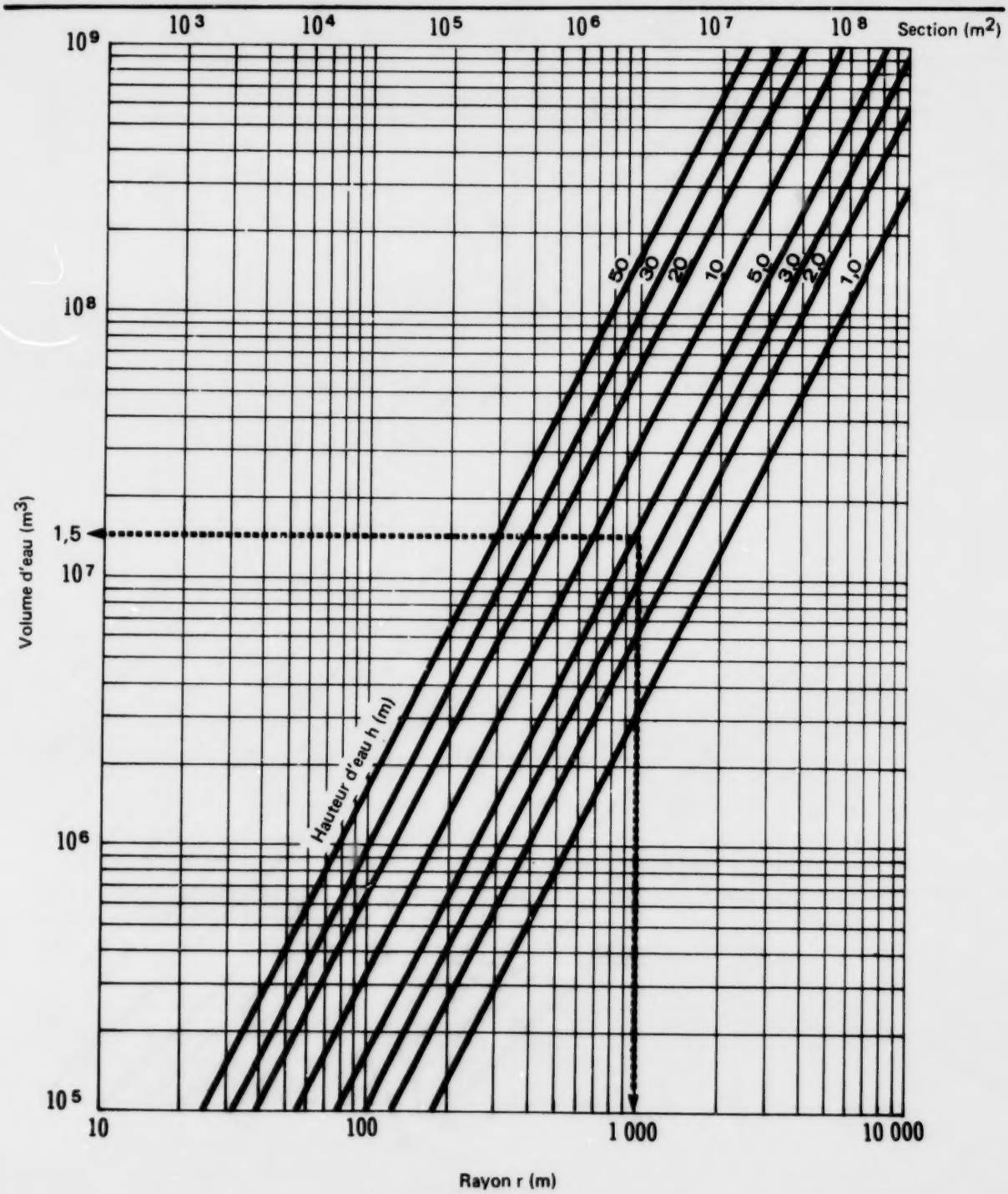
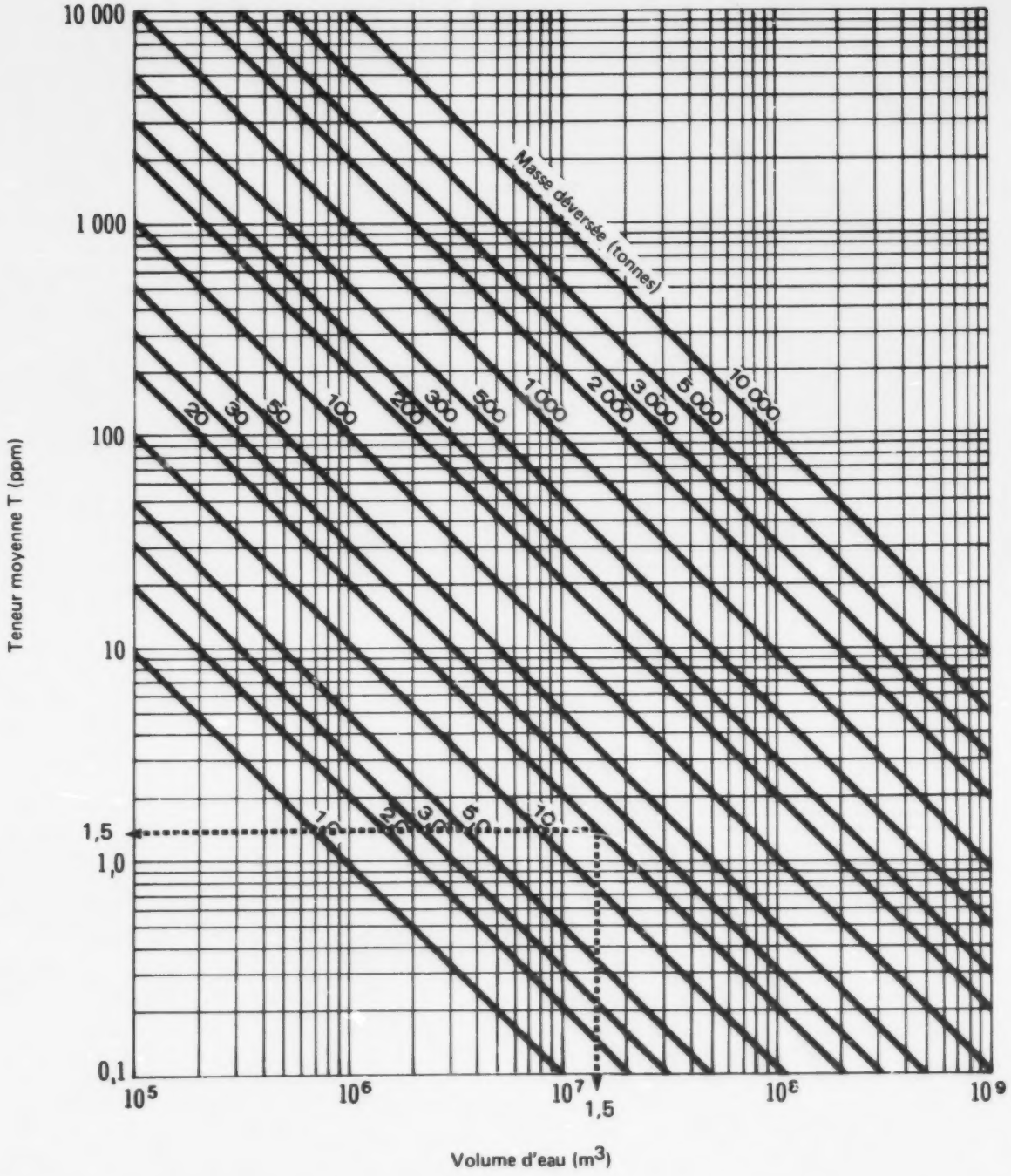


Figure 33

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

TENEUR MOYENNE EN FONCTION DU VOLUME D'EAU



5.4.3.2 Teneur en polluant des cours d'eau non soumis aux marées. – Vingt tonnes de dichloro-1, 2 éthane se sont déversées dans un cours d'eau. La largeur du cours d'eau est de 50 mètres et sa hauteur d'eau de 5 mètres. La vitesse moyenne du courant est estimée à 1 m/s. Quelle est la teneur maximale prévisible en un point situé à 5 km en aval?

Étape 1 Déterminer les paramètres
L = 50 m
h = 5 m
V = 1 m/s
x = 5000 m
masse = 20 tonnes

Étape 2 Calculer le temps nécessaire pour atteindre le point fixé
Utiliser la figure 26
Si x = 5000 m et V = 1 m/s, t = 83 minutes

Étape 3 Calculer le rayon hydraulique (r)
Utiliser la figure 27
Si L = 50 m et h = 5 m, r = 4,2 m

Étape 4 Calculer le coefficient de diffusion turbulente (E)
Utiliser la figure 28
Si r = 4,2 mètres et V = 1 m/s, E = 69 m^2/s

Étape 5 Calculer alpha (α)
Utiliser la figure 29
Si E = 69 m^2/s et t = 83 minutes, α = 2000

Étape 6 Calculer delta ($\triangle$)
Utiliser la figure 30
Si alpha (α) = 2000 et la masse déversée = 20 tonnes, $\triangle$ = 10

Étape 7 Calculer la surface de la section mouillée (s)
s = L x h = 50 x 5 = 250 m^2

Étape 8 Calculer la teneur maximale (T) au point fixé
Utiliser la figure 31
Si $\triangle$ = 10 et s = 250 m^2, T = 40 ppm.

5.4.3.3 Teneur moyenne en polluant dans les plans d'eau calme et les lacs (au repos). – Vingt tonnes de dichloro-1, 2 éthane ont été déversées dans un lac. Le point choisi pour l'étude est situé sur la rive, à environ 1000 m du lieu du déversement. La hauteur d'eau moyenne entre le lieu du déversement et le point choisi est de 5 m. Quelle est la teneur moyenne prévisible dans les pires situations?

Étape 1 Déterminer les paramètres
h = 5 m
r = 1000 m
masse déversée = 20 tonnes

Étape 2 Déterminer le volume d'eau assurant la diffusion
Utiliser la figure 32
Si r = 1000 m, h = 5 m, le volume $\cong$ 1,5 x 10^7 m^3

Étape 3 Déterminer la teneur moyenne
Utiliser la figure 33
Si vol. = 1,5 x 10^7 m^3 et masse déversée = 20 tonnes, la teneur moyenne = 1,5 ppm.

5.5 Comportement dans la subsurface

5.5.1 Introduction

Les principes relatifs à la migration des polluants dans le sol et leur application au présent ouvrage sont décrits dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Certains aspects de la migration du dichloro-1, 2 éthane et l'établissement des nomogrammes sont présentés ci-après.

Le dichloro-1, 2 éthane est peu soluble dans l'eau. En conséquence, lorsqu'il est déversé sur le sol, il s'infiltre dans le sol selon un processus à phases multiples. Les phases qui nous intéressent sont celles du dichloro-1, 2 éthane liquide, de l'eau, et du sol et des gaz ou des vapeurs.

Malheureusement, il n'existe pas suffisamment de données pour évaluer avec précision le transport des polluants dans certaines circonstances. Quelques rares études sur place ont été effectuées, particulièrement lors de déversements de pétrole, d'essence et de PCB, mais peu d'informations existent relativement aux déversements de dichloro-1, 2 éthane. Par conséquent, il est nécessaire de simplifier les conditions du sol et de la nappe phréatique, et de décrire le comportement du polluant par analogie avec celui de substances ayant été étudiées de façon plus poussée. On a préparé un modèle du mouvement vertical des fluides non miscibles, tel le dichloro-1, 2 éthane, en comparant ce mouvement à celui du pétrole déversé à la surface du sol (Blokker, 1971; Freeze et Cherry, 1979). Bien que les propriétés des produits diffèrent, ce modèle donne des résultats assez justes. On a supposé qu'au moment du déversement, le sol contient au maximum une quantité d'eau correspondant à sa capacité au champ, jusqu'au niveau de la nappe phréatique. Le dichloro-1, 2 éthane répandu remplit les pores à la surface du sol et commence à s'infiltrer verticalement. On suppose que le dichloro-1, 2 éthane s'infiltre comme une masse saturée, laissant derrière elle une quantité résiduaire constante (So) de dichloro-1, 2 éthane à l'intérieur des pores du sol.

La migration continue jusqu'à ce que le volume de dichloro-1, 2 éthane déversé par unité de surface (Bo) soit égal au volume retenu dans le sol (So). La capillarité peut provoquer un certain étalement horizontal. Si Bo est supérieur au volume pouvant être retenu en So au-dessus de la nappe phréatique, le liquide en excès parviendra à la frange capillaire saturée d'eau souterraine. Sa densité relative étant supérieure à celle de l'eau, le dichloro-1, 2 éthane continuera à se déplacer vers le bas dans la zone saturée d'eau. On a schématisé la situation à la figure 34.

5.5.2 Équations décrivant le déplacement du dichloro-1, 2 éthane dans le sol. – Les équations et les hypothèses utilisées pour décrire le mouvement du polluant dans les sols non saturés en direction de la nappe phréatique figurent dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Les vitesses de migration ont été calculées d'après la loi de Darcy en posant comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée par suite d'un écoulement en bloc.

5.5.3 Coefficient de perméabilité en sol saturé du dichloro-1, 2 éthane. – Le coefficient de perméabilité (K) au dichloro-1, 2 éthane en sol saturé en m/s est donné par la formule suivante:

$$K = \frac{(\rho g)k}{\mu}$$

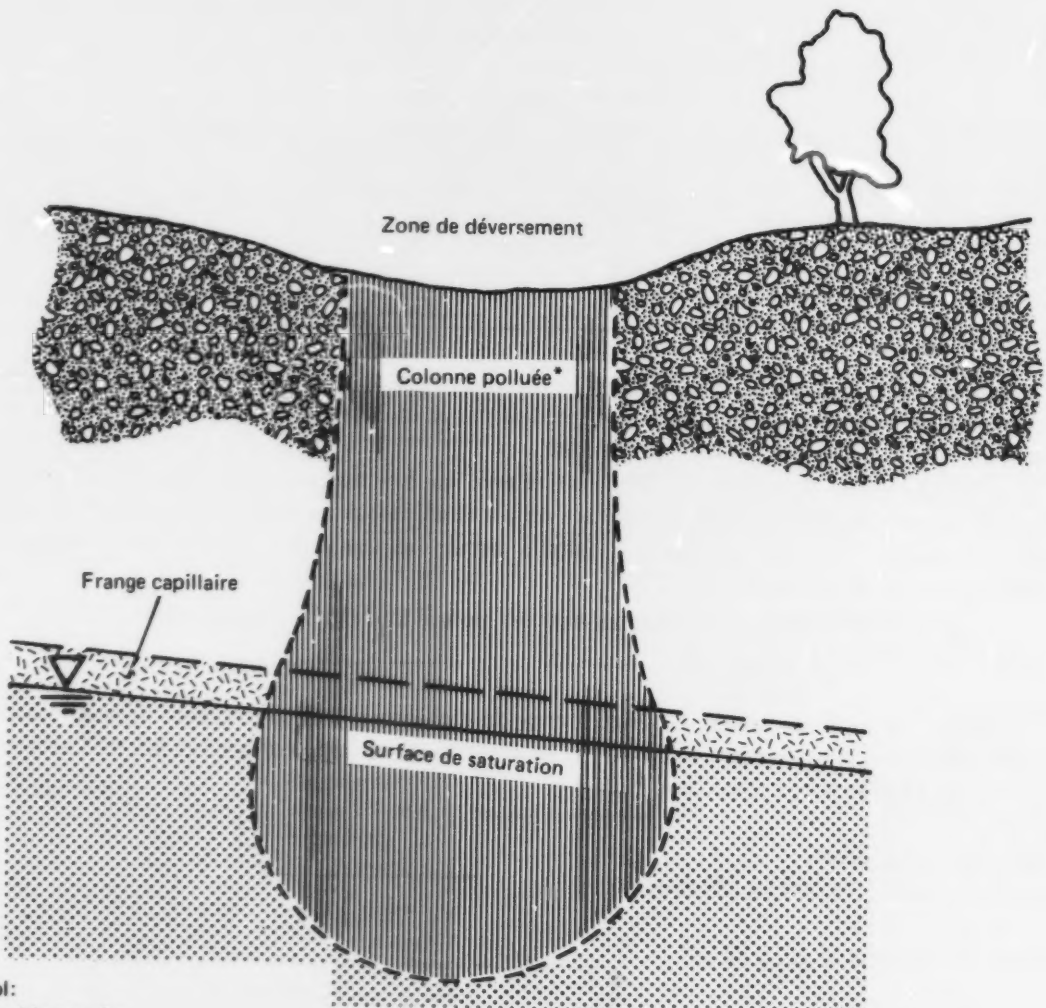
dans laquelle:

- k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)
- ρ = masse volumique du liquide (kg/m^3)
- μ = viscosité absolue du liquide ($Pa \cdot s$)
- g = accélération due à la pesanteur = 9,81 m/s^2

Figure 34

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE

MIGRATION DANS LE SOL



Sol:
- sable grossier
- porosité (n) = 0,35
- perméabilité intrinsèque (k) = 10^{-9} m^2
- capacité au champ = 0,075

* La colonne polluée contient du dichloro-1, 2 éthane résiduaire, So = 0,05

Les caractéristiques du dichloro-1, 2 éthane sont données dans le tableau ci-dessous.

Caractéristique	Dichloro-1, 2 éthane	
	20 °C	4 °C
Masse volumique (ρ) kg/m^3	1250	1280
Viscosité absolue (μ), Pa · s	0,8 x 10^{-3}	1,0 x 10^{-3}
Coefficient de perméabilité en sol saturé (K), m/s	(1,53 x 10^7)k	(1,25 x 10^7)k

5.5.4 Sols. – Le Manuel d'introduction Enviroguide décrit les trois types de sols retenus dans le cadre et de cet ouvrage. Leurs caractéristiques pertinentes sont les suivantes:

Caractéristique	Types de sol		
	Sable grossier	Sable limoneux	Till argileux
Porosité (n), m^3/m^3	0,35	0,45	0,55
Perméabilité intrinsèque (k), m^2	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Capacité au champ du sol, m^3/m^3	0,075	0,3	0,45
So (fraction résiduaire) m^3/m^3	0,05	0,1	0,2

5.5.5 Nomogrammes de migration. – Pour chaque type de sol, on préparé des nomogrammes représentant la profondeur de migration par le dichloro-1, 2 éthane dans une zone non saturée située au-dessus de la nappe phréatique.

La profondeur de migration (B) y est relevée en fonction des temps de migration (tm) selon les divers volumes déversés par surface de sol (Bo). Des températures de 4 °C et de 20 °C ont été utilisées. Les calculs ont été faits à partir des équations figurant dans le Manuel d'introduction Enviroguide.

Un plan d'utilisation des nomogrammes est donné à la figure 35. Les nomogrammes sont présentés aux figures 36, 37 et 38.

5.5.6 Exemple de calcul. – Vingt tonnes de dichloro-1, 2 éthane se sont déversées sur du sable grossier. La température est de 20 °C et le rayon de la nappe d'environ 8,6 m. Calculer la profondeur et la durée de migration.

Étape n° 1

Définir les paramètres

Masse déversée = 20 000 kg (20 tonnes)

Temp. = 20 °C

Masse volumique ρ = 1250 kg/m^3

r = 8,6 m

Étape n° 2

Calculer le volume et la surface (s) de la nappe

$$\text{Vol.} = \frac{\text{masse}}{\rho} = \frac{2 \times 10^4 \text{ kg}}{1250 \text{ kg/m}^3} = 16 \text{ m}^3$$

$$s = \pi r^2 = 232 \text{ m}^2$$

Figure 35

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — PLAN D'UTILISATION DES NOMOGRAMMES

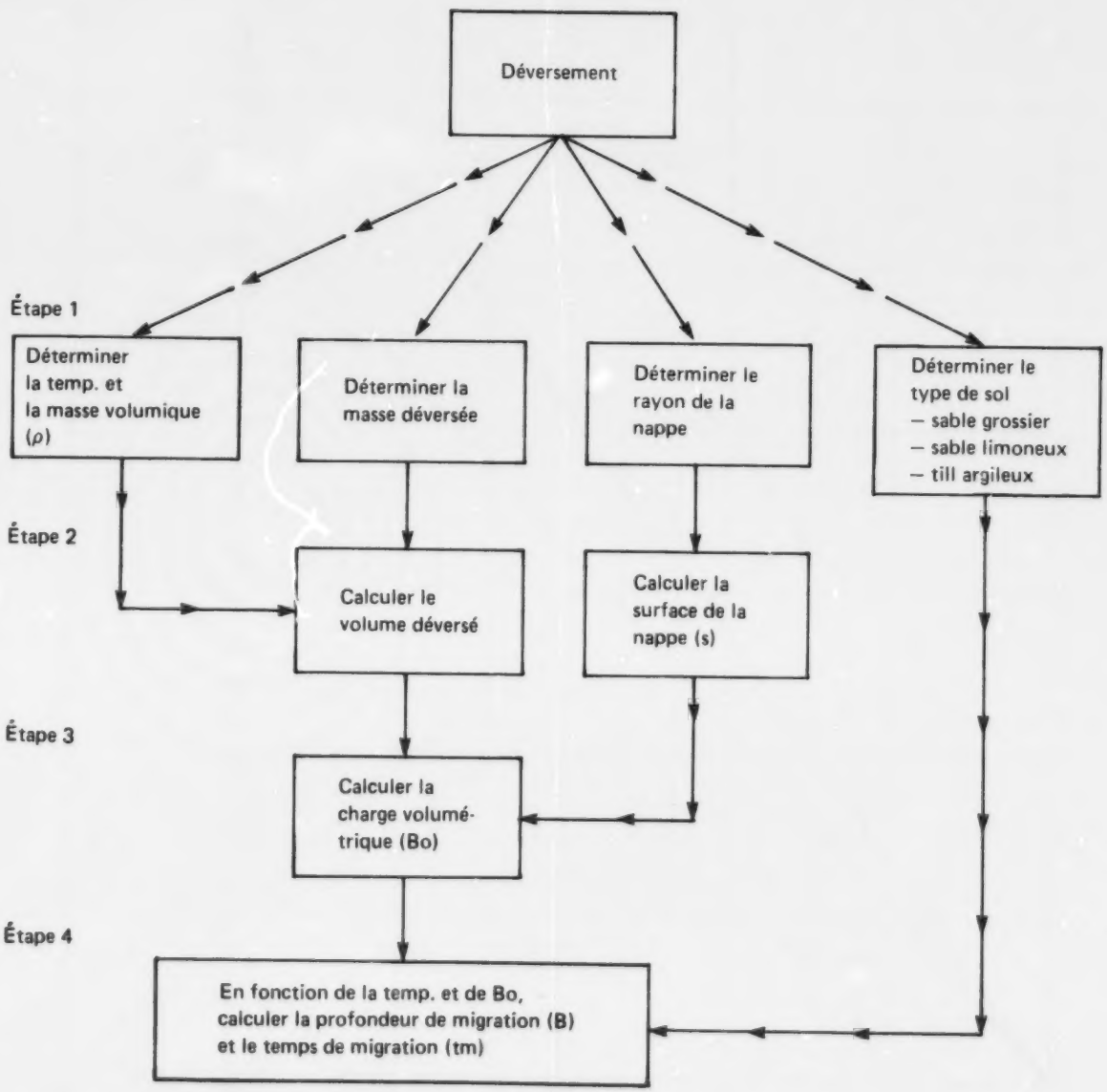


Figure 36

DICHLORO-1 2 ÉTHANE — MIGRATION DANS LE SABLE GROSSIER

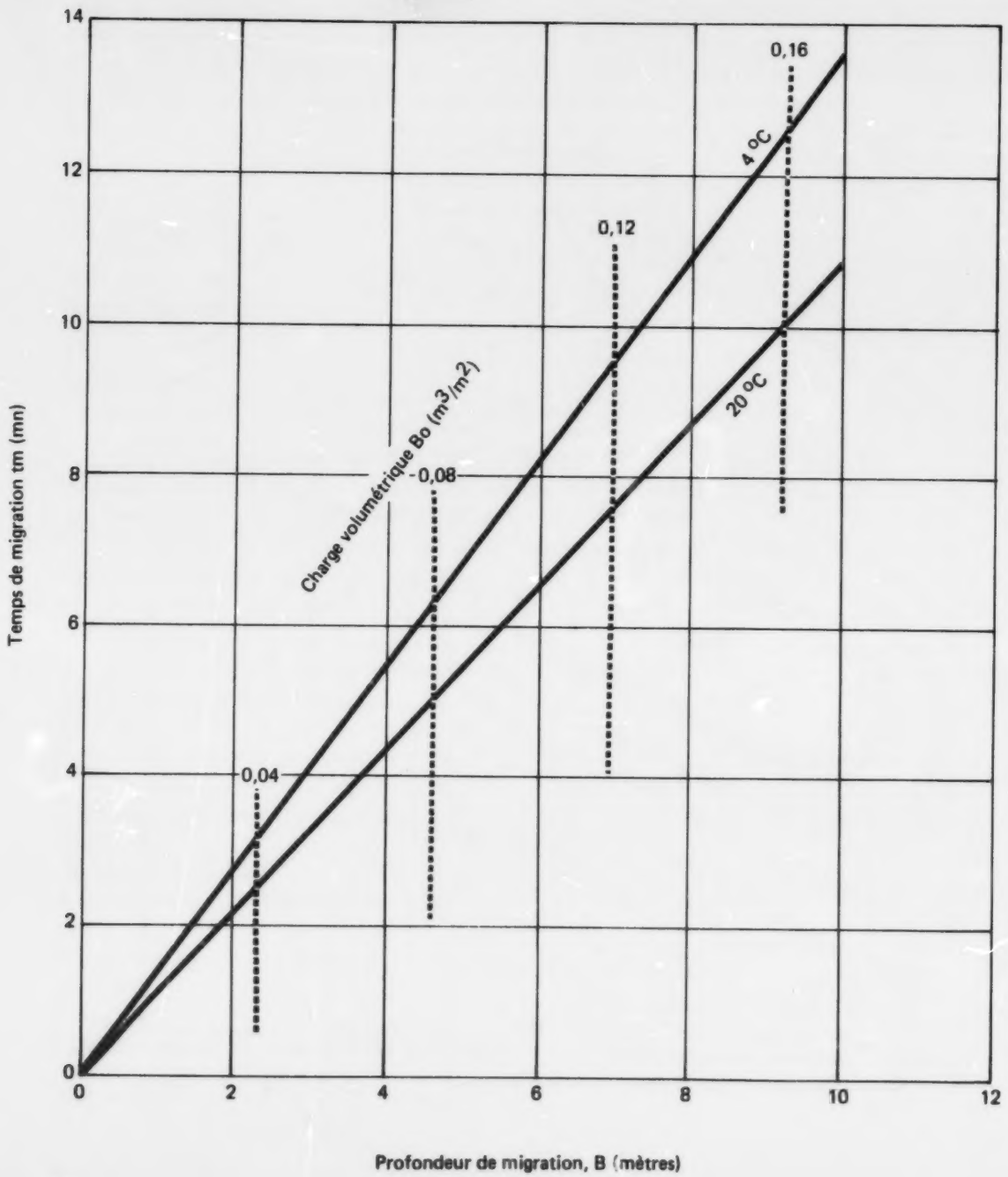


Figure 37

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **MIGRATION DANS LE SABLE LIMONEUX**

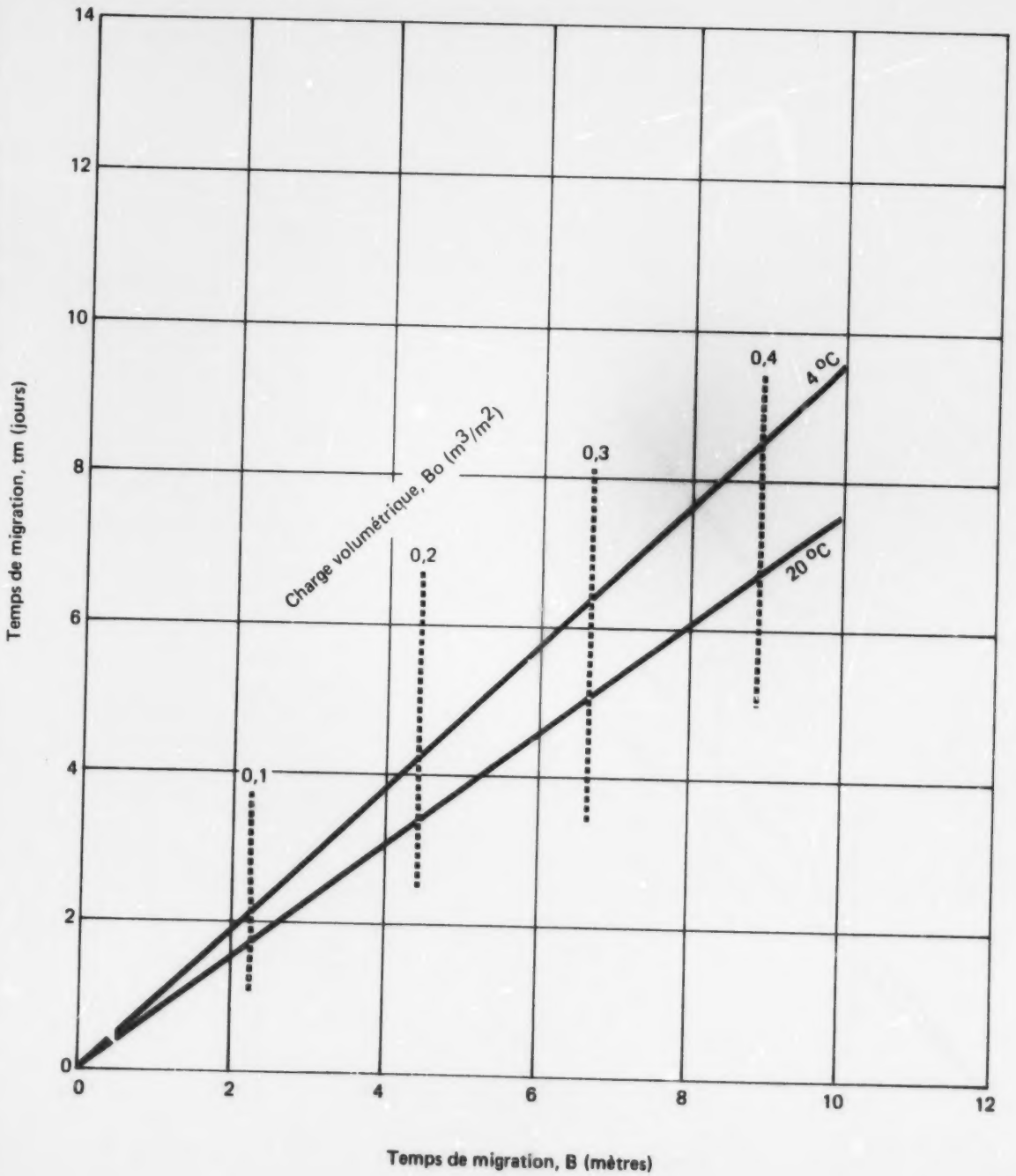
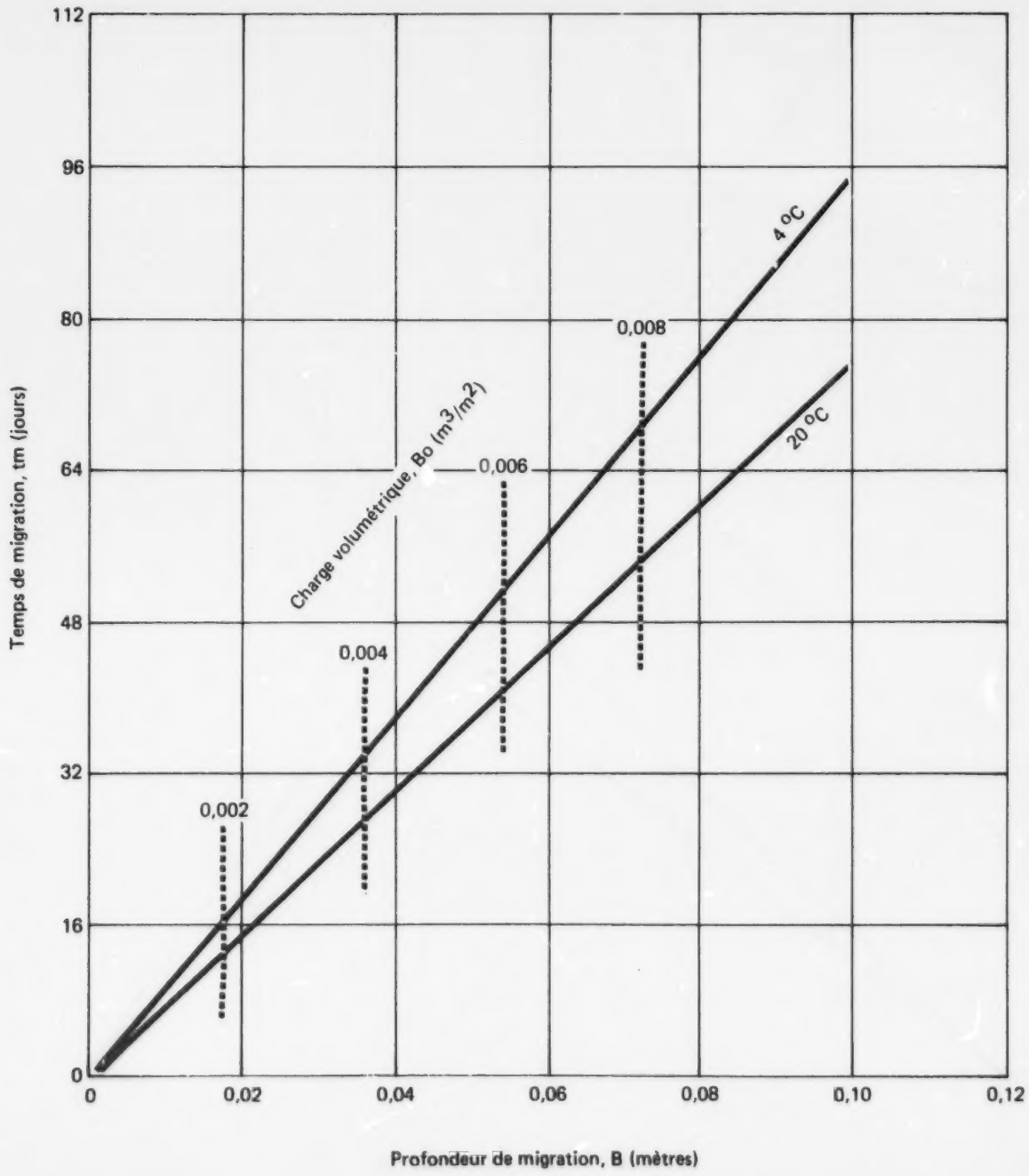


Figure 38

DICHLORO-1, 2 ÉTHANE — **MIGRATION DANS LE TILL ARGILEUX**



Étape n° 3
Calculer la charge volumétrique Bo.

$$Bo = \frac{Vol.}{s} = \frac{16}{232} = 0{,}07\ m^3/m^2$$

Étape n° 4
Estimer la profondeur de migration et le temps de migration (tm)
Pour le sable grossier, Bo = 0,07 m^3/m^2
B = 4 m, tm = 4,2 mn.

6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. – Aucune limite n'a été fixée au Canada. En Europe, une limite provisoire de 10 mg/l a été recommandée (MHSSW, 1976).

Aux États-Unis, la norme EPA de protection des espèces aquatiques d'eau douce est de 3900 µg/l (moyenne sur 24 heures); la teneur ne doit jamais dépasser 8800 µg/l. Pour les espèces aquatiques vivant en eau salée, la norme est de 880 µg/l (moyenne de 24 heures); la teneur ne doit jamais dépasser 2000 µg/l (PTP, 1980).

6.1.2 Qualité de l'air. – Aucune limite n'a été imposée ou recommandée au Canada ou aux États-Unis.

6.2 Toxicité pour la vie aquatique

6.2.1 Situation aux États-Unis. – Aucune limite n'a été fixée.

6.2.2 Mesures de la toxicité

Données sur la toxicité

Teneur (mg/l)	Durée	Espèce	Résultat	Caractéristiques de l'eau	Source
A. – Poissons					
175	96 h	Truite arc-en-ciel	Teneur létale 50	Non aérée, essai statique, très douce, (alcalinité totale 2,5) 12 °C, pH 6,4	Watts, 1982
155	96 h	Truite arc-en-ciel	Teneur létale 50	Non aérée, très douce (alcalinité totale 2,5) 2,1 °C, pH 6,4	Watts, 1982
Pur	1 h	Oeufs de saumon coho (stade de formation des yeux)	Létalité 100 %	Eau très douce, essai statique, 3 °C, pH 5,5	Morgan, 1982
320-560	8 jours	Oeufs de saumon coho (stade de formation des yeux	Létalité 100 %	"	Morgan, 1982
150	21 jours	Oeufs de saumon coho (stade de formation des yeux)	Létalité 46 %	"	
150	9 jours	Alevins coho	Létalité 100 %	"	
56	21 jours	Oeufs de saumon coho (stade de formation des yeux)	Létalité 96 %	"	
56	9 jours	Alevins coho	Létalité 100 %	"	
150 à 175	inc.	Vivanneau	Teneur létale 50		MHSSW, 1976
5	24 h	Crapet arlequin	Aucun effet		APOP, 1975

5	24 h	Truite arc-en-ciel	Aucun effet		APOP, 1975
500	inc.	Tête-de-boule	Teneur létale 50		APOP, 1975
150	inc.	Épinoche	TLm	aérée	WQC, 1963
B. – Invertébrés et les insectes					
> 100	96	*G. Fasciatus* (grammare)	Teneur létale 50	21 °C	Johnson, 1980
> 100	96	*Pteronarcys* (perlaine)	Teneur létale 50	15 °C	Johnson, 1980
320	24	Artémia	TLm	Essai statique	Price, 1974

6.3 Toxicité pour d'autres organismes

Le dichloro-1, 2 éthane est toxique pour les vertébrés, les invertébrés, les plantes et les microorganismes (Drury, 1980).

6.3.1 Toxicité pour le bétail

Teneur (mg/l)	Temps	Espèce	Voie	Résultat	Source
3000	7 h	Porc	Inhalation	DL min.	Patterson, 1976

6.3.2 Toxicité pour les plantes. – Le dichloro-1, 2 éthane s'évapore immédiatement dans l'atmosphère (Fishbein, 1980). Il est nocif pour les plantes, retarde la croissance et le développement des plants, cause des mutations morphologiques, perturbe le métabolisme chlorophyllien et, dans certains cas, cause l'arrêt complet de la croissance, ce qui entraîne la nécrose et l'atrophie (Kirichek, 1979).

Le dichloro-1, 2 éthane s'est révélé être un faible agent mutagène dans certaines bactéries et certaines céréales (Drury, 1980).

6.4 Dégradation

6.4.1 Demande biochimique en oxygène

D.B.O. kg/kg	D.B.O. % théorique	Nombre de jours	Source de pollution	Méthode	Source
	0	20		DBO	APOP, 1975
	0	5	Égout	DBO en eau douce	Price, 1974
	18	10	Égout	DBO en eau douce	Price, 1974
	7	de 5 à 15	Égout	DBO en eau salée	Price, 1974
	15	20	Égout	DBO en eau salée	Price, 1974

	40	10	Aucune floculation	DBO	Ludzak, 1960
0,002		5	Égout		Ludzak, 1960
1,05		10	Égout		Ludzak, 1960

Le dichloro-1, 2 éthane nuit grandement au processus de digestion anaérobique, même en très faible quantité (de 150 à 500 mg/l) (Hovius, 1973).

6.4.2 Dégradation chimique. – La demi-vie du dichloro-1, 2 éthane (correspondant à sa dégradation chimique uniquement) est évaluée à plusieurs milliers d'années (EPA 560-5-77-003). Dans la nature, c'est surtout par évaporation qu'il disparaît de l'eau.

6.4.3 Autres études. – On estime à trois ou quatre mois la demi-vie du dichloro-1, 2 éthane dans l'atmosphère. Le temps de rétention dans l'atmosphère est évalué à 53 jours dans une autre étude, les produits de dégradation étant ClCHO, $H_2CClCOCl$, H_2CO et $H_2CClCHO$. Le taux de réaction (le taux constant de réaction du radical hydroxyl) pour le produit dans l'environnement est estimé à 0,22 $cm^3 \cdot molécule^{-1} \cdot sec^{-1}$ (EPA 60013-83-084).

6.5 Devenir et effets à long terme

Le dichloro-1, 2 éthane a une potentiel de bio-accumulation évalué à 9 (APOP, 1975). Il est légèrement lipophilique dans les systèmes biologiques et a donc tendance à s'accumuler dans les graisses (EPA 560/5-77-003). Il est sujet à une certaine dégradation biologique (OHM-TADS, 1981).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

Il existe, dans les publications spécialisées, une quantité considérable de renseignements sur les effets toxiques du dichloro-1, 2 éthane sur les animaux de laboratoire et sur l'homme. On a démontré que cette substance chimique posait des risques graves pour la santé, particulièrement pour les systèmes nerveux, respiratoire, hépatique, rénal et cardiovasculaire. La documentation fait état de morts d'hommes à la suite d'un contact avec la peau, de l'ingestion ou de l'inhalation de dichloro-1, 2 éthane.

Des études récentes ont pas ailleurs révélé que le dichloro-1, 2 éthane est cancérogène chez les rats et les souris et mutagène lors d'essais sur des bactéries. Des morts d'embryons anormalement élevées ont été signalées lorsque des animaux gravides étaient exposés au dichloro-1, 2 éthane.

Les critères d'exposition professionnelle au dichloro-1, 2 éthane publiés en 1976 dans le cadre des recommandations USA-NIOSH ont été rabaissés en 1978. Étant donné qu'il cause des tumeurs malignes évolutives touchant différents organes de deux espèces d'animaux, le dichloro-1, 2 éthane est jugé cancérogène pour l'homme dans les recommandations du NIOSH. Le dichloro-1, 2 éthane figure parmi les substances répertoriées dans l'EPA TSCA INVENTORY ainsi que dans le tableau du deuxième rapport annuel (1981) de l'USDHHS sur les produits cancérogènes.

Ces données, extraites de sources dignes de confiance, sont représentatives. Il est à noter que certaines données valent pour des expositions chroniques (de longue durée) à de faibles teneurs, de sorte qu'elles ne peuvent pas toujours s'appliquer directement dans les cas de déversements. Les données sur l'exposition de courte durée sont indiquées pour des espèces mammifères autres que l'homme (exception faite des sections 7.4.4 et 7.4.5) afin d'étayer l'interprétation des données relatives à l'homme, le cas échéant.

7.1 Normes d'exposition recommandées

Les normes d'exposition au dichloro-1, 2 éthane recommandées par l'USA-NIOSH sont fondées sur ses propriétés mutagènes et cancérogènes. La norme de l'OSHA a été adoptée en ce qui a trait aux effets toxiques autres que le cancer. Les recommandations des provinces canadiennes sont généralement semblables à celles des É.-U. (ACGIH), sauf indication contraire.

Normes d'exposition recommandées

Directives (temps)	Origine	Teneur recommandée	Référence
		Moyenne pondérée en fonction du temps (MPT)	
TLV®(8 heures)	ACGIH	10 ppm (40 mg/m^3)	TLV, 1983
MPT (10 heures)	NIOSH	1 ppm (4 mg/m^3)	NIOSH, 1978
PEL (8 heures)	OSHA	50 ppm (200 mg/m^3)	NIOSH Guide, 1978
Teneur admissible (8 heures)	C.-B.	50 ppm (200 mg/m^3)	C.-B., 1980
Concentration moyenne TWAEC* (40 h/semaine)	Québec	50 ppm (200 mg/m^3)	Québec, 1979
	Ontario (proposé)	10 ppm (40 mg/m^3)	Ontario, 1981

* Teneur d'exposition moyenne pondérée en fonction du temps.

Limite d'exposition de courte durée

STEL	ACGIH	15 ppm (60 mg/m^3)	TLV, 1983
Valeur plafond (échantillon de 15 mn)	NIOSH	2 ppm (8 mg/m^3)	NIOSH, 1978
Valeur plafond	OSHA	100 ppm	NIOSH, 1978
Pointe admissible (pas plus de 5 mn/3 h)	OSHA	200 ppm	NIOSH, 1978
Teneur admissible (15 mn)	C.-B.	75 ppm (300 mg/m^3)	C.-B., 1980
Concentration maximale	Québec	75 ppm	Québec, 1979
STEC (15 mn) (pas plus de 4 fois par jour, attente de 60 mn depuis la dernière exposition)	Ontario (proposé)	15 ppm (61 mg/m^3)	Ontario, 1981

Autres aspects de la toxicité pour l'homme

IDLH	NIOSH	1000 ppm	NIOSH Guide, 1978
TT min.		4000 ppm (1 h)	RTECS, 1979
DL min.		845 mg/kg	GE, 1979
DL min.		810 mg/kg	RTECS, 1979
DL min.		500 mg/kg	TDB (on line), 1981
DL min.		428 mg/kg	RTECS, 1979

7.1.1 **Indice de toxicité par inhalation.** – L'indice de toxicité par inhalation sert à mesurer les risques d'effets nocifs suite à l'inhalation d'une substance. On le calcule de la façon suivante:

ITI = 1315,12 (tension de vapeur en mm Hg)/TLV® en ppm)

À 20 °C, ITI = 1315,12 (66 mm Hg)/(10 ppm)

À 20 °C, ITI = 8,7 x 10^3

7.2 Données sur l'irritation

7.2.1 Contact avec la peau

Nota: L'homme peut être exposé au dichloro-1, 2 éthane par absorption à travers la peau. Voir section 7.4.3.

Exposition (durée et teneur)	Effets	Référence
• CHEZ L'HOMME		
Teneur non précisée (liquide)	Brûlure de la peau	CHRIS, 1978
Teneur non précisée (liquide)	Graves dermatites, nécrose de l'épiderme du pied s'accompagnant de supuration et d'une guérison retardée (le travailleur avait renversé du dichloro-1, 2 éthane sur ses chaussettes)	Rosenbaum, 1947. Dans NIOSH, 1976

Teneur non précisée (liquide)	Irritation des muqueuses, dermatographisme, nausées, faiblesses et douleurs abdominales.	Brzozowski et coll., 1954. Dans NIOSH, 1976
Teneur non précisée	Le contact répété du liquide avec la peau peut entraîner des dermatites squameuses avec fissures	USDHEW, 1977
• CHEZ LE LAPIN		
2,8 g/kg	Dose létale 50	Patty, 1981
625 mg (72 h)		
Test par contact, sous oblitération	Irritation légère	RTECS, 1979

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition (teneur et durée)	Effets	Référence
• CHEZ L'HOMME		
60 ppm max., moyenne	Conjonctivite, sensation de brûlure	Brzozowski et coll., 1954. Dans NIOSH, 1976
de 15 ppm (durée non précisée)		
Non précisé	Vapeur irritant les yeux	CHRIS, 1978
Non précisé (liquide)	Lésion possible de la cornée	CHRIS, 1978
Non précisé (liquide)	Douleurs, irritation, sécrétion de larmes. Si le polluant est immédiatement enlevé à grande eau, il ne devrait pas causer de dommages graves	Patty, 1981
Non précisé	On a laissé entendre et affirmer à tort que des opacités de la cornée ont été produites chez l'homme par l'exposition au dichloro-1, 2 éthane. Ces faits n'ont pas été corroborés	NIOSH, 1976
• CHEZ LE CHIEN		
Non précisé	Opacité de la cornée produit par inhalation des vapeurs	Patty, 1981
• CHEZ LE RENARD		
Non précisé	Opacité de la cornée produit par inhalation des vapeurs	Patty, 1981

7.3 Seuil de perception des caractères organoleptiques

7.3.1 Odeur. – Semblable à celle du chloroforme. Index olfactif: 410 (Verschueren, 1977).

Paramètres	Milieu	Teneur	Référence
Seuil olfactif		100 ppm	CHRIS, 1978
Seuil de perception		40 ppm	GE, 1979
Seuil olfactif de perception	dans l'air	40 ppm	ASTM, 1980

Seuil olfactif	dans l'eau	29 ppm	ASTM, 1980
Seuil olfactif	dans l'air	6 ppm	USDHEW, 1967
Seuil olfactif	dans l'eau	20 mg/l	Verschueren, 1977
Seuil olfactif de perception	dans l'air	25 000 $\mu g/m^3$	Sullivan, 1969

7.3.2 **Goût.** – Le produit a un goût de sucre (Merck, 1976).

7.4 Études à long terme

7.4.1 Inhalation

Exposition (teneur et durée)	Effets	Référence
	A. Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME		
3000 ppm (6 mn)	Aucun effet	Verschueren, 1977
1200 ppm (2 mn)	Deux sujets. Forte odeur relevée, mais aucune autre réaction subjective. Aucune réaction objective	Sayers et coll., 1930. Dans NIOSH, 1976
1000 ppm (60 mn)	Aucun effet	Verschueren, 1977
500 ppm (2050 mg/m^3) (60 mn)	Effets toxiques graves	Verschueren, 1977
200 ppm (7 h)	Aucun effet	Verschueren, 1977
100 ppm	Symptômes de maladie	Verschueren, 1977
1,5 ppm (30 sec)	Sténose temporaire des vaisseaux sanguins	Borisova, 1957, 1960. Dans NIOSH, 1976
1,5 ppm (1 mn)	Modification de l'amplitude respoiratoire	Borisova, 1957, 1960. Dans NIOSH, 1976
Teneur en vapeur non précisée (quelques minutes)	Un ingénieur d'usine est entré dans un réservoir pour secourir un employé. Perte de connaissance, mort dans les six heures. Absorption par voie cutanée probable. L'autopsie a révélé un oedème pulmonaire massif, une hypertrophie hépatique et une forte congestion rénale	Hadengue et Martin, 1953. Dans NIOSH, 1976
Non précisé (exposition accidentelle)	Deux hommes réparaient des fuites dans des tuyaux de dichloro-1, 2 éthane. Perte de connaissance; ils ne sont secourus que 30 minutes plus tard. Les deux hommes ont repris connaissance avant de mourir. L'autopsie a révélé une jaunisse très marquée, une anémie, une légère enflure des reins et des hémorragies sous-épicardique et sous-endocardique importantes	Brass, 1943. Dans NIOSH, 1976

• CHEZ LE SINGE		
4500 ppm (10 mn)	Perte d'équilibre	Sayers et autres, 1930. Dans NIOSH, 1976
• CHEZ LE CHIEN		
3000 ppm (de 2 à 7 h)	Mort de 75 à 100 % des animaux de laboratoire dans les cinq jours	Heppel et autres, 1945. Dans NIOSH, 1976
• CHEZ LE COBAYE		
60 000 ou 30 000 ppm (de 30 à 40 mn)	Congestion et oedème des poumons, congestion passive généralisée des viscères	Sayers et coll., 1930. Dans NIOSH, 1976
3000 ppm (de 2 à 7 h)	Mort de 75 à 100 % des animaux dans les cinq jours	Heppel et autres, 1945. Dans NIOSH, 1976
• CHEZ LE RAT		
20 000 ppm (12 mn)	Aucun effet	Patty, 1981
12 000 ppm (31,8 mn)	TL 50	Verschueren, 1977
12 000 ppm	Dépression du système nerveux central à divers degrés	Patty, 1981
3000 ppm (de 2 à 7 h)	Mort de 75 à 100 % des sujets dans les cinq jours. Narcose	Heppel et autres, 1945. Dans NIOSH, 1976
3000 ppm (165 mn)	TL 50	Verschueren, 1977
3000 ppm (1 h)	Aucun effet	Patty, 1981
3000 ppm	Observation d'une nette dépression sous forme d'inactivité	Patty, 1981
	B. Exposition de longue durée	
• CHEZ L'HOMME		
2500 ppm (estimation)	Des employés procédaient fréquemment à l'entretien du matériel à l'aide d'une solution de dichloro-1 2 éthane à 95 %. Conjonctivite et irritation des muqueuses de l'appareil respiratoire s'accompagnant d'une excitation ressemblant au premier degré de l'intoxication alcoolique	Rejsek, 1974. Dans NIOSH, 1976
De 200 à 62 ppm	Employés de la salle de centrifugation d'une raffinerie de pétrole. Sensation de brûlure aux yeux et sécrétion de larmes. Assèchement de la bouche, étourdissements, arrière-goût de sucre désagréable, constipation, anorexie et douleurs épigastriques	Cetnarowicz, 1959. Dans NIOSH, 1976
De 200 à 62 ppm	Employés de la salle de centrifugation d'une raffinerie de pétrole. Niveau urobilinogène	Cetnarowicz, 1959. Dans NIOSH, 1976

	élevé, pourcentage anormalement élevé des globules blancs du sang, pourcentage élevé de bilirubine dans le sérum, pourcentage élevé d'azote non protéinique, quantité réduite d'albumine dans le sérum, pourcentage élevé de globuline, essais Takata-Ara positifs et retour lent aux valeurs normales dans l'essai sur la tolérance au glucose	
De 125 à 75 ppm (2 ou 3 semaines)	Décès après plusieurs empoisonnements aigus sur une période de 2 à 3 semaines. Les premiers symptômes consistent en une faiblesse générale, des maux de tête, des étourdissements, des vomissements (généralement avec des traces de bile) et en une irritation des muqueuses et de la peau	Rosenbaum, 1974. Dans NIOSH, 1976
120 ppm (estimation) (de 70 à 85 mn/jour pendant 9 mois)	Au bout de 3 semaines, anorexie, douleurs épigastriques, fatigue, irritabilité et nervosité. À mesure que se prolonge la durée d'exposition, maux de tête, impuissance sexuelle, insomnie, impression d'ivresse, sensation de picotement des yeux, perte de poids, transpiration exagérée de la peau, écart sur la droite du sujet qui marche les yeux bandés et léger tremblement des mains	Guerdjikoff, 1955. Dans NIOSH, 1976
De 100 à 70 ppm (7,5 h/jour, de longue durée)	Les effets se produisent à retardement après le repas du soir. Ils vont de la lassitude aux vomissements, en passant par les malaises, la nausée et les douleurs abdominales	Byers, 1943. Dans NIOSH, 1976
25 ppm (de longue durée)	Aucun effet chronique sur la composition du sang ou sur les organes n'a été établi. Les effets plus fréquemment relevés sont la bradycardie (pouls égal ou inférieur à 60 pulsations/minute) et un dermographisme persistant, rouge vif, supposément dû aux effets transitoires sur le système nerveux central. Troubles fonctionnels du système nerveux d'intensité variable, déficience accrue du système nerveux autonome, manque de tonus musculaire, sudation accrue, fatigue, irritabilité et insomnie	Rosenbaum, 1939. Dans NIOSH, 1976

Moyenne de 15 ppm, pointe de 60 ppm (absorption importante du liquide par la peau)	Faiblesse, rougissement du pharynx, symptômes au niveau des bronches, arrière-goût de métal, maux de tête, nausée, toux, douleurs au foie, accélération du pouls et dyspnée après l'effort. Des travailleurs de l'agriculture ont été exposés dans les champs au dichloro-1, 2 éthane présent dans l'atmosphère et mis en contact direct avec ce liquide déversé sur leurs vêtements et leur épiderme. Ils se servaient du dichloro-1, 2 éthane pour se nettoyer les mains	Brzozowski et autres, 1954. Dans NIOSH, 1976
15,5 ppm (lait maternel)	On a découvert du dichloro-1, 2 éthane dans le lait des femmes qui allaitaient. Teneur se situant entre 0,54 et 0,64 mg %	Urusova, 1953. Dans NIOSH, 1976
Moyenne de 15 à 10 ppm, pointe supérieure à 40 ppm, chronique	Endommagement du système nerveux central et morbidité accrue, tout particulièrement en ce qui a trait aux maladies touchant le foie et les conduits biliaires	Kozik, 1957. Dans NIOSH, 1976

7.4.2 Ingestion

Exposition (teneur et durée)	Effets	Référence
	Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME 200 à 150 ml	Mort au bout de 10, 15, 33 et 35 heures après l'ingestion. Résultat de l'autopsie: hémorragie ponctuelle de l'épicarde, de la plèvre et des muqueuses de l'estomac et du duodénum. Lésions du foie de gravités diverses, masse fibrineuse de sang de couleur jaunâtre dans les cavités du coeur et dans les vaisseaux sanguins secondaires, coloration ictérique bien particulière de l'endocarde, de l'aorte interne et de la dure-mère et signe de décomposition des globules rouges en mouvement	Bryzhin, 1945. Dans NIOSH, 1976

50 g	Allongement du temps de Quick, diminution des facteurs de coagulation 2 et 5 et des thrombocytes. Mort par arrêt circulatoire au bout de 17 heures (1 sujet)	Schonborn, 1970. Dans NIOSH, 1976
Liquide (petite quantité)	Un groupe de soldats ayant bu du dichloro-1, 2 éthane liquide a éprouvé des maux de tête et des nausées mais sans être suffisamment malade pour exiger une assistance médicale	Ienistea et Mezincesco, 1943. Dans NIOSH, 1976
Liquide (petite quantité)	Victime souffrant de vomissements et de diarrhée. Hospitalisation 2 jours après l'ingestion. Battement cardiaque faible et cyanotique. Dommages causés aux reins et au foie. Rétablissement 2 jours après l'ingestion	Bloch, 1946. Dans NIOSH, 1976
• CHEZ LE LAPIN		
860 mg/kg	DL 50	RTECS, 1979
• CHEZ LE RAT		
De 5 à 0,5 g/kg	DL 50	CHRIS, 1978 Doc. TLV, 1981
770 mg/kg	DL 50	
0,68 g/kg	DL 50	Verschueren, 1977
• CHEZ LA SOURIS		
600 mg/kg	DL min.	RTECS, 1979

7.4.3 Contact cutané

Exposition (teneur et durée)	Effets	Référence
• CHEZ L'HOMME		
Teneur non précisée, exposition de longue durée	Des travailleurs agricoles ont été exposés au dichloro-1, 2 éthane liquide déversé sur leur épiderme et leurs vêtements. Ils se nettoyaient la peau avec du dichloro-1, 2 éthane. Symptômes se présentant sous forme de nausées, de faiblesses, de douleurs abdominales et d'irritation des muqueuses	Brzozowski et autres, 1954. Dans NIOSH, 1976
Teneur non précisée (liquide)	Combinaisons de travail des employés imprégnées par fuite de l'aspersion de liquide. Liquide pénétrant dans un oeil. Victime éboulie, haut-le-coeur, vomissements pendant 9 heures. Douleurs épigastriques violentes	Londres. His Majesty's Stationery Office, 1946. Dans NIOSH, 1976

7.4.4 Effets cancérogènes

Exposition (teneur et durée)	Effets	Référence
• CHEZ LE RAT		
150 ppm	Aucune modification significative de l'apparition des tumeurs à l'exception d'une légère augmentation globale des tumeurs mammaires bénignes	Maltoni, 1978. Dans NIOSH, 1978
De 300 à 150 mg/kg (femelle) De 200 à 100 mg/kg (femelle) (5 jours/semaine pendant 78 semaines)	La formation de quelques grosses tumeurs a été constatée	Weisburger, communication écrite, 1976. Dans NIOSH 1976
De 100 à 50 mg/kg (5 jours/semaine pendant 78 semaines)	Quelques animaux ont développé des masses de tissus	Weisburger, communication écrite, 1976. Dans NIOSH, 1976
100 mg/kg (par tubage gastrique)	Rats mâles: 7 sur 50 ont présenté des angiosarcomes, 6 sur 50, des fibromes de tissus sous-cutanés et 9 sur 50, un épithélioma malpighien. Rats femelles: 18 sur 50 présentaient un cancer mammaire, 4 sur 50, un angiosarcome et 24 sur 50, un cancer ou un adénome mammaire	NIOSH, 1978
50 mg/kg (par tubage gastrique)	Rats mâles: 9 sur 50 ont présenté des angiosarcomes, 5 sur 50, des fibromes de tissus sous-cutanés et 3 sur 50, un épithélioma malpighien. Rats femelles: 1 sur 50 présentaient un cancer mammaire, 4 sur 50, un angiosarcome et 15 sur 50, un cancer ou un adénome mammaire.	NIOSH, 1978
• CHEZ LA SOURIS		
100 mg/kg (par tubage gastrique)	Souris mâles: 15 sur 48 présentaient un adénome des poumons et 18 sur 48, un cancer hépatocellulaire. Souris femelles: 15 sur 48 présentaient un adénome des poumons, 7 sur 48, un cancer mammaire et 5 sur 47, un sarcome ou un stroma des polypes	NIOSH, 1978

50 mg/kg (par tubage gastrique)	Souris mâles: 1 sur 47 présentait un adénome des poumons et 6 sur 47, un cancer hépatocellulaire. Souris femelles: 7 sur 50 présentaient un adénome des poumons, 9 sur 50, un cancer mammaire et 5 sur 49, un sarcome ou un stroma des polypes	NIOSH, 1978

7.4.5 Effets mutagènes et tératogènes

Exposition (teneur et durée)	Effets	Référence
• CHEZ LE RAT		
300, 100 ou 0 ppm (du 6e au 15e jour de gestation)	Grave toxicité pour la mère à 300 ppm, mortalité des deux tiers. Aucun signe de toxicité à 100 ppm. Aucun effet dommageable sur le développement de l'embryon ou du foetus à 100 ppm	Patty, 1981
15 mg/m^3	Mort chez les embryons inoculés cinq fois plus élevée que les sujets servant de contrôle	Vozovanya, 1976. Dans NIOSH, 1978
• CHEZ LE *DROSOPHILA MELANOGASTER*		
1000 ppm	Perte et absence de disjonction du chromosome sexuel	RTECS, 1979
Espèce: non précisée Teneur non précisée	«Mutagène modéré» utilisé seul et «mutagène puissant» associé à des enzymes du foie	Rannug et Ramel, 1977. Dans NIOSH, 1978

7.5 Symptômes d'exposition

Les symptômes généraux d'exposition présents dans la plupart des sources de renseignements ne sont pas accompagnés de références précises. On a seulement indiqué les sources des symptômes de nature particulière ou inhabituelle.

7.5.1 Inhalation

1. Irritation des muqueuses
2. Sécrétion de larmes
3. Maux de tête
4. Lassitude
5. Insomnie
6. Irritabilité
7. Étourdissement

8. Constipation
9. Sudation
10. Nausée
11. Vomissement
12. Ivresse (CHRIS, 1978)
13. Anorexie
14. Dépression (CHRIS, 1978)
15. Toxicité générale touchant le foie, le tube digestif, les reins, les glandes surrénales et le système nerveux (GE, 1979)
16. Choc
17. Narcose
18. Coma
19. Faiblesse respiratoire (NIOSH, 1976)
20. Faiblesse circulatoire (NIOSH, 1976)
21. Mort

7.5.2 Ingestion

1. Irritation des lèvres, de la bouche et du conduit gastro-intestinal
2. Étourdissements
3. Nausées et vomissements
4. Diarrhée s'accompagnant de sang dans les selles (MCA, 1971)
5. Confusion mentale (USDHEW, 1977)
6. Oedème pulmonaire (NIOSH, 1976)
7. Hyperémie et lésions hémorragiques de la plupart des organes, y compris l'estomac, les intestins, le coeur, le cerveau, le foie et les reins
8. Choc
9. Narcose
10. Mort

7.5.3 Contact cutané

1. Peau sèche. Dissolution des lipides de la peau (GE, 1979)
2. Inflammation
3. Oedème modéré (MCA, 1971)
4. Vésication
5. Nécrose (MCA, 1971)
6. Le liquide en contact répété avec la peau peut donner une peau sèche, squameuse et crevassée (USDHEW, 1977)

7.5.4 Contact avec les yeux

1. Irritation
2. Sécrétion lacrimale
3. Conjonctivite
4. Voile de la cornée (GE, 1979) (SIC)
5. «On a affirmé. . . , à tort, que l'exposition au dichloro-1, 2 éthane avait entraîné, chez l'homme, une opacité de la cornée. . . . » (NIOSH, 1976; SIC)

7.6 Toxicité pour l'homme des produits de décomposition et de combustion

Les produits de décomposition du dichloro-1, 2 éthane peuvent se présenter sous la forme de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone, de phosgène et de chlorure d'hydrogène (Ullmann, 1975).

7.6.1 **Monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, phosgène et chlorure d'hydrogène.** – Le monoxyde de carbone est un gaz asphyxiant incolore et pratiquement inodore. Il entraîne l'hypoxémie en se combinant à l'hémoglobine et en réduisant la capacité de transport d'oxygène du sang. L'exposition prolongée au monoxyde de carbone entraîne la mort par asphyxie. Une courte exposition peut donner des maux de tête et affecter les facultés mentales. Les effets d'une exposition modérée sont réversibles, mais la dissociation de la carboxy hémoglobine s'opère très lentement. La TLV® du monoxyde de carbone est de 50 ppm (8 heures-MPT) et de 400 ppm (STEL) (TLV, 1983).

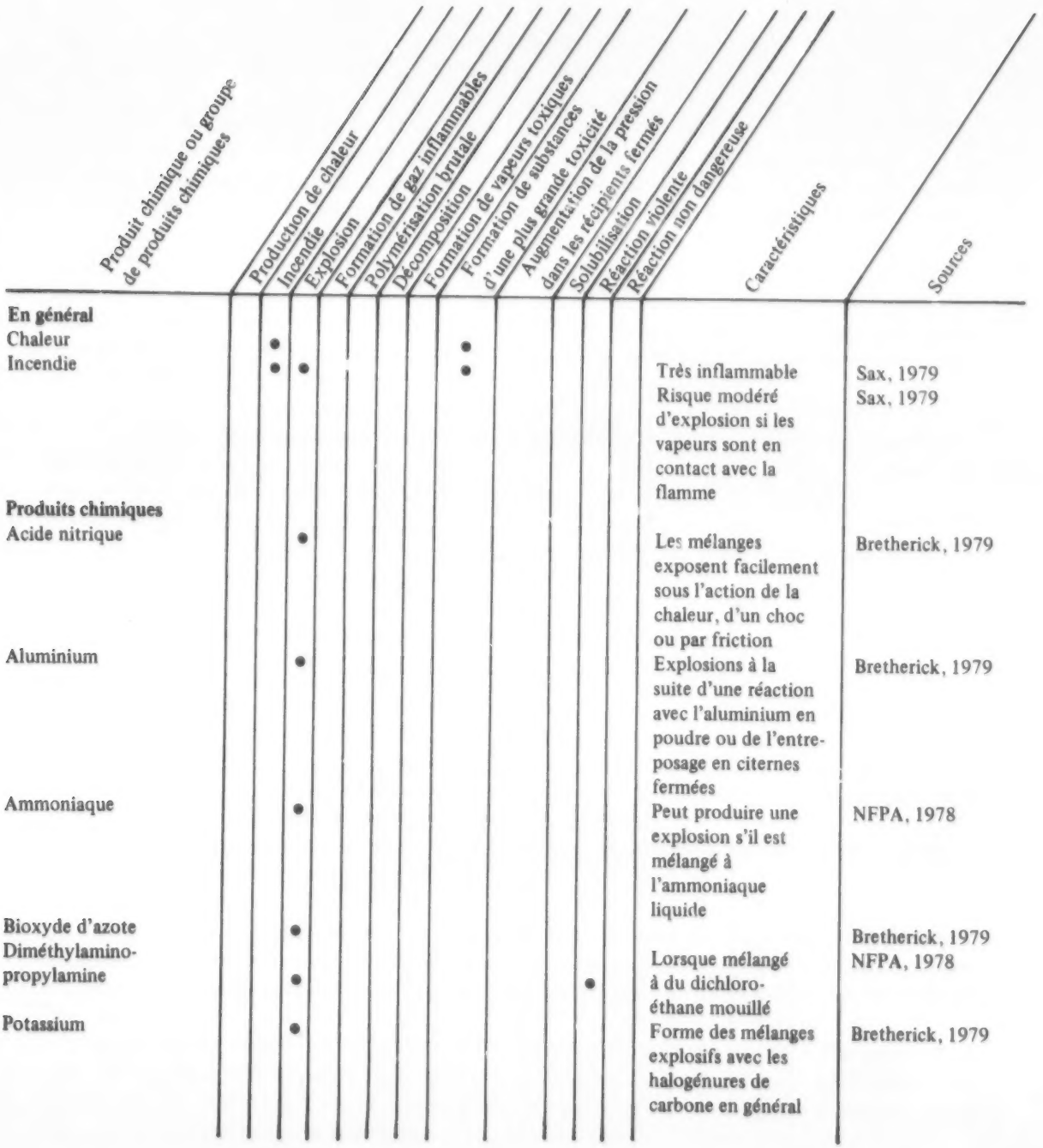
Le dioxyde de carbone est un gaz incolore et inodore qui, à des teneurs élevées, peut avoir de légers effets narcotiques, accélérer le rythme respiratoire et provoquer l'asphyxie. La TLV® correspondante est de 5000 ppm (8 heures-MPT) et de 15 000 ppm (STEL) (TLV, 1983).

Le phosgène est un gaz facile à liquéfier, incolore et inflammable dont l'odeur ressemble à celle du foin fraîchement coupé. On s'accorde généralement à dire que le phosgène peut causer des maladies chroniques des poumons chez l'homme. Il a un effet irritant sur les voies respiratoires à des teneurs légèrement supérieures à 0,1 ppm. Une tolérance se produit lorsque l'exposition est chronique (TLV, 1981). La TLV® du phosgène est de 0,1 ppm (8 heures-MPT) (TLV, 1983).

Le chlorure d'hydrogène peut se présenter sous forme de gaz ou de liquide. Le contact avec l'épiderme, chez l'homme, produit des irritations, des inflammations, des brûlures, des vésications et de profondes lésions des tissus selon la teneur du produit et la durée du contact. Au contact des yeux, il peut causer des picotements, des brûlures, la formation d'opacités de la cornée ou une nécrose de la cornée. L'inhalation de ce produit cause des toux, l'étouffement, l'ulcération de la muqueuse, la bronchite, la pneumonie et, à des teneurs très élevées, l'oedème pulmonaire suivi de la mort du sujet. La TLV® -C est de 5 ppm (TLV, 1983).

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre le dichloro-1, 2 éthane et divers produits chimiques



Produit chimique ou groupe de produits chimiques	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Caractéristiques	Sources
En général														
Chaleur	•						•							
Incendie	•	•					•						Très inflammable	Sax, 1979
													Risque modéré d'explosion si les vapeurs sont en contact avec la flamme	Sax, 1979
Produits chimiques														
Acide nitrique		•											Les mélanges exposent facilement sous l'action de la chaleur, d'un choc ou par friction	Bretherick, 1979
Aluminium		•											Explosions à la suite d'une réaction avec l'aluminium en poudre ou de l'entre-posage en citernes fermées	Bretherick, 1979
Ammoniaque		•											Peut produire une explosion s'il est mélangé à l'ammoniaque liquide	NFPA, 1978
Bioxyde d'azote		•												Bretherick, 1979
Diméthylamino-propylamine		•								•			Lorsque mélangé à du dichloro-éthane mouillé	NFPA, 1978
Potassium		•											Forme des mélanges explosifs avec les halogénures de carbone en général	Bretherick, 1979

Produit chimique ou groupe de produits chimiques	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Caractéristiques	Sources
Groupes de produits chimiques														
Agents d'oxydation	•				•								Produit des vapeurs de chlorure d'hydrogène	EPA-600/2-80-076
Agents de réduction		•												EPA-600/2-80-076
Métaux alcalins et alcalino-terreux du sol		•												
Mercaptans	•												Formation de thioéthers	EPA-600/2-80-076
Nitrures	•					•							Produit de l'ammoniaque	EPA-600/2-80-076
Peroxydes organiques		•			•									EPA-600/2-80-076
Poudres métalliques		•								•				EPA-600/2-80-076

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

Les mesures décrites dans la présente section, qui semblent s'appliquer à la plupart des situations, sont reprises d'ouvrages déjà publiés. Pour éviter d'en fausser le sens, la formulation originale a été conservée, malgré certaines contradictions entre les différentes sources. Les mesures d'intervention diffèrent selon les situations, de sorte qu'en dépit des contradictions apparentes, les informations données s'avèrent justes dans les cas envisagés.

9.1.1 Risques d'incendie. – Le dichloro-1, 2 éthane est un liquide inflammable. Ses vapeurs peuvent former avec l'air des mélanges explosifs et parcourir des distances considérables le long des surfaces jusqu'à des sources distantes d'inflammation puis causer un retour de flamme (NFPA, 1978; GE, 1978). Le produit chauffé présente des risques d'explosion. Le dichloro-1, 2 éthane peut réagir vigoureusement avec des oxydants forts. Les produits de dégradation thermique comprennent des vapeurs très toxiques de phosgène, de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone et de chlorure d'hydrogène. Des mélanges de dichloro-1, 2 éthane et d'ammoniaque liquide ou de dichloro-1, 2 éthane avec du diméthylaminopropylamine ont causé des explosions. Le contact du liquide et d'aluminium ou de magnésium en poudre peut présenter un danger (GE, 1978).

9.1.2 Moyens d'extinction. – Refroidir les récipients touchés par le feu en les pulvérisant d'eau pour éviter la rupture des parois.
Petit feu: poudre sèche, CO_2, mousse, eau pulvérisée.
Grand feu: eau pulvérisée ou mousse.

Éloigner les récipients de la zone d'incendie si cela peut être fait sans danger. Se tenir à l'écart des extrémités des réservoirs (ERG, 1980).

9.1.3 Mesures d'intervention en cas de déversements accidentels

9.1.3.1 Information générale. – Arrêter l'écoulement du produit si cela ne présente aucun risque. Éliminer toute source d'inflammation. Éviter tout contact avec la peau et éviter d'inhaler (GE, 1978). Les récipients perforés doivent être transportés à l'extérieur ou dans un endroit éloigné ou bien ventilé, et leur contenu doit être transvasé dans d'autres récipients appropriés (NFPA, 1978). La mousse d'hydrofluorocarbone peut aussi être utilisée pour réduire les vapeurs et mouiller les surfaces touchées par le feu (EPA-670/2-75-042).

Une matière absorbante, le Hycar, peut être utilisé pour réduire les vapeurs ou confiner les nappes de dichloro-1, 2 éthane (ICI, 1982).

9.1.3.2 Déversements sur le sol. – En cas de faibles déversements, éponger le liquide avec du sable, de la terre, de la vermiculite ou une autre matière absorbante, puis ramasser à la pelle ces matières imbibées et les déposer dans des récipients métalliques avant de les mettre au rebut (GE, 1978).

Si le volume déversé est important, éviter que le liquide ne se répande davantage en utilisant des barrières mécaniques ou chimiques. L'épandage de cendres volantes ou de ciment en poudre pour absorber le gros du liquide peut être envisagé. On recommande d'appliquer un agent universel de gélification pour immobiliser la nappe (EPA-670/2-75-042).

Selon l'ampleur du déversement, récupérer le liquide déversé au moyen d'une pompe aspirante pour l'éliminer ou le réutiliser. Du charbon actif ou des sorbants peuvent être utilisés pour absorber le reste du liquide (OHM-TADS, 1981).

9.1.3.3 Déversements dans l'eau. – Confiner la nappe en pratiquant des tranchées dans le lit du cours d'eau ou au moyen de sacs de sable pour retenir le liquide déversé au fond. Enlever les matières piégées avec une pompe aspirante (EPA-670/2-75-042).

9.1.4 Nettoyage et traitement

9.1.4.1 Déversements sur le sol. – Si la surface est poreuse, enlever la couche de sol pollué dans la mesure du possible, et déposer dans les récipients fermés pour l'éliminer (PPG-MSDS, 1980).

9.1.4.2 Déversements dans l'eau. – Une fois que la nappe a été confinée, un agent universel de gélification peut servir à épaissir le liquide afin qu'il soit mieux retenu par la digue. Du charbon actif solubilisé peut être épandu à raison de 10 p. 100 du volume de benzène déversé dans la zone où la teneur en benzène atteint au moins 10 mg/l. Des dispositifs de draguage ou de levage peuvent être utilisés pour enlever les nappes de polluant immobilisées (EPA-670/2-75-042).

9.1.4.3 Information générale. – Les techniques de traitement suivantes peuvent être utilisées pour lutter contre les déversements:

Technique	% d'élimination (TSA, 1980)
Stripping	99
Extraction par solvant	94 - 100
Adsorption sur charbon	81

Technique	% maximum d'élimination (EPA-600-80-042E)
Clarification/sédimentation avec addition de produits chimiques (alun, polymères)	> 60
Stripping à la vapeur	> 99
Extraction par solvant	> 99
Adsorption sur charbon actif granulé	> 99
Addition de charbon en poudre (avec boues activées)	81

9.1.5 Élimination du polluant. – Le dichloro-1, 2 éthane résiduaire ne doit jamais être évacué directement dans les égouts ou les eaux superficielles. Le sol ou les sorbants pollués (sable, vermiculite, etc.) doivent être traités dans une installation de traitement des déchets (PPG-MSDS, 1980).

9.1.6 Données relatives à la filtration sur charbon (EPA-600/8-80-023). – Le dichloro-1, 2 éthane peut être extrait de l'eau au moyen d'un lit de filtration au charbon pulvérisé à un étage, ou par adsorption sur une colonne de charbon granulé; les données relatives à ces deux techniques ont été obtenues en utilisant la formule d'adsorption de Freundlich. Il a été traité de la dérivation de la formule dans le Manuel d'introduction.

Lit de filtration au charbon pulvérisé à un étage

Teneur initiale (mg/l)	Doses de charbon (mg/l)	Teneur finale (mg/l)
1,0	1 700	0,1
1,0	13 000	0,01
1,0	86 000	0,001
0,1	1 200	0,01
0,1	8 600	0,001
0,01	780	0,001

Adsorption sur colonne de charbon granulé (estimation)

Teneur initiale (mg/l)	Doses de charbon nécessaires (mg/l)
1,0	280
0,1	190
0,01	120

Ces doses de charbon valent pour une eau à pH neutre.

9.1.7 **Mesures de protection.** – Avant d'entrer dans une zone où ni la matière déversée ni ses propriétés ne sont connues, il est essentiel de se munir d'un appareil respiratoire autonome et de revêtir une combinaison entièrement étanche aux produits chimiques.

Si la matière déversée est du dichloro-1, 2 éthane, il faut a) porter des lunettes de protection dans les endroits où les éclaboussures risquent d'atteindre les yeux, des vêtements imperméables de même qu'un appareil respiratoire autonome (PPG MSDS, 1980); b) porter des gants de polyéthylène, de néoprène ou d'alcool polyvinylique (PPG MSDS, 1980); c) prévoir des postes de lavage des yeux et des douches de sécurité d'accès facile dans les lieux où des déversements peuvent se produire (GE, 1978). Voici une liste des éléments de protection minimale des voies respiratoires recommandés pour le personnel travaillant en présence de dichloro-1, 2 éthane (MCA, 1971).

- Appareil respiratoire autonome;
- Appareil à adduction d'air à pression super-atmosphérique;
- Appareil à adduction d'air comprimé propre, utilisables uniquement dans les endroits offrant une possibilité de fuite en toute sécurité en cas de rupture de l'alimentation d'air comprimé;
- Masque à gaz complet à cartouche filtrante, de type industriel, approuvé par le Bureau of Mines des États-Unis; la cartouche filtrante absorbe les vapeurs et offre une protection adéquate lorsque les teneurs en polluant n'excèdent pas 2 p. 100 du volume, pourvu qu'il soit utilisé conformément aux instructions du fabricant.

9.1.8 **Précautions spéciales.** – Entreposer les récipients dans un endroit propre, frais et bien aéré. Les tenir éloignés de la chaleur, des étincelles ou des flammes. Il est préférable d'entreposer ce produit à l'extérieur ou dans un bâtiment autonome. Les petites quantités doivent être gardées dans des bouteilles ou des récipients bruns ou opaques, ce produit étant photosensibie. Éviter toute source d'allumage et ne pas fumer dans le voisinage de l'entreposage ou de la manutention. Utiliser des outils ne provoquant pas d'étincelles. Des récipients métalliques mis à la masse

et à la terre seront utilisés pour transvaser le liquide afin d'éviter les étincelles d'électricité statique (GE, 1978).

9.2 Équipement, matériel et techniques spécialisés d'intervention

La liste qui suit est extraite d'une étude antérieure (Dillon, 1982) et n'est pas exhaustive. On trouvera, dans l'étude citée, de plus amples détails sur les caractéristiques, la performance et la disponibilité de ces équipements et techniques.

Modification chimique ou physique	Procédé Ultrox (UV-Ozone)
Agent de traitement	Hazorb (sorbant)

10 CAS DE DÉVERSEMENTS ACCIDENTELS

Les informations relatives aux déversements accidentels antérieurs contenues dans la présente section aideront le lecteur à comprendre les mesures d'intervention prises en cas de déversements accidentels. Seuls les cas qui présente un intérêt pour le lecteur sont inclus dans la présente section; en conséquence, le nombre de cas décrits ne traduit ni l'ampleur du problème ni la fréquence des déversements.

Toute nouvelle information pertinente sera incluse dans les révisions ultérieures du manuel, au fur et à mesure des progrès réalisés dans le domaine des techniques d'intervention.

10.1 Débordement d'une péniche

(Vulcan, 1982; HMIR, 1981)

Une péniche ayant débordé, quelque 1,3 million de litres de dichloro-1, 2 éthane se sont déversés dans un lac. Ce n'est qu'environ un mois plus tard qu'un contrôle périodique a permis de constater que le produit manquait. Grâce à des mesures de la conductivité de l'eau et à des analyses d'échantillons, le personnel dépêché sur les lieux a réussi à retrouver l'imposante nappe de dichloro-1, 2 éthane reposant au fond du lac à environ 10 mètres de profondeur. La configuration de la nappe ainsi que sa profondeur en différents endroits ont été déterminées à l'aide d'un appareil mis au point par Rockwell International et faisant appel à la technique du sonar et du laser. La nappe s'étendait sur environ 110 mètres de longueur et 36 mètres de largeur et se trouvait jusqu'à 0,7 mètre de profondeur. Les échantillons d'eau prélevés à proximité de la nappe faisaient état de teneurs de dichloro-1, 2 éthane de quelques parties par milliard.

Les équipes de nettoyage dépêchées sur les lieux ont mis au point (sur place) une tête d'aspiration spéciale, équipée d'un appareil de mesure de la conductivité afin de déterminer à quel moment la tête d'aspiration était immergée dans le produit chimique. Un filtre a par ailleurs été placé sur la tête d'aspiration pour éviter de pomper de la boue. Environ 1,1 million de litres de dichloro-1, 2 éthane ont été récupérés par cette méthode en deux semaines. Le produit de récupération a été envoyé en usine afin d'être épuré et revendu.

L'unique effet sur l'environnement de ce déversement a été de faire passer à 2 ou 4 parties par milliard la concentration de dichloro-1, 2 éthane trouvée dans les poissons. Quelques mois plus tard, on ne décelait aucune concentration de dichloro-1, 2 éthane dans les poissons. On continue à procéder, de temps en temps, à des contrôles de la qualité de l'eau.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DES POLLUANTS

Les méthodes d'analyse utilisées pour le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyses d'échantillons d'air, d'eau et de sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées, et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials (ASTM) et de l'American National Standards Institute (ANSI).

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin. Enfin, lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage du polluant présent dans l'air (analyses quantitatives)

11.1.1 Chromatographie en phase gazeuse (NIOSH, 1977). – On peut doser le dichloro-1, 2 éthane présent dans l'air par adsorption sur du charbon, suivie d'une désorption par le disulfure de carbone et d'une analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG) lorsqu'il est présent à des teneurs comprises entre 195 à 819 $\mu g/m^3$.

Un volume connu d'air est aspiré dans un tube d'échantillonnage en verre de 7 cm de longueur. Sa partie avant est garnie de 100 mg de charbon actif, séparé par une section de 2 mm de mousse d'uréthane d'une quantité de 50 mg de charbon contenue dans sa partie arrière. La granulométrie du charbon actif est de 20/40 mesh. Un bouchon en laine de verre très fine est placé à l'entrée de la section avant. On recommande d'utiliser un échantillon de 3 à 10 litres, à un débit de 200 centimètres à la minute.

Le tube de charbon servant d'échantillon est rayé juste devant la première section de charbon de bois, puis cassé. La section plus volumineuse de charbon est alors transférée dans un contenant d'échantillon bouché de 2 ml, contenant 1 ml de disulfure de carbone. On procède à la même opération avec la deuxième section servant au contrôle. On laisse alors les échantillons se désorber pendant 30 minutes. Une partie aliquote de 5 μl est alors injectée dans un chromatographe en phase gazeuse équipé d'un détecteur à ionisation de flammes. Les caractéristiques d'un chromatographe en phase gazeuse sont généralement les suivantes: une colonne en acier inoxydable de 10 pi x 1/8 po garnie de 10 p. 100 OV-101 comme phase stationnaire sur Supelcoport de 100 à 120 mesh, un débit d'azote porteur de 30 ml/mn, un débit d'hydrogène de 35 ml/mn, un débit d'air de 400 ml/mn, une température de l'injecteur de 225 °C, une température du détecteur de 250 °C et une température de la colonne de 70 °C. La teneur en dichloro-1, 2 éthane est déterminée à l'aide d'un intégrateur électronique permettant de confronter la surface fixée au-dessous de la courbe par rapport à celle d'une courbe de référence.

11.2 Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans l'air

L'échantillon est recueilli comme indiqué à la section 11.1.1, puis est désorbé.

Une goutte de l'échantillon est placée dans 0,5 ml d'éthanol et 5 gouttes d'hydroxyde de sodium à 20 p. 100 sont ajoutées. Le mélange est alors chauffé pendant quelques minutes, puis refroidi. On ajoute de l'acide nitrique dilué jusqu'à ce que la solution devienne acide. Le mélange est alors porté à ébullition et mis à refroidir. Du nitrate d'argent est alors ajouté goutte à goutte et la formation d'un précipité blanc indique la présence d'un chlorure d'alkyle (Owen, 1969).

11.3 Méthode quantitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans l'eau

11.3.1 Spectroscopie infrarouge de partition (AWWA, 1981). – On peut mesurer des teneurs en dichloro-1, 2 éthane comprises entre 40 et 400 ppm dans l'eau à l'aide de la spectroscopie infrarouge.

On recueille au minimum 1 litre d'échantillon dans un récipient approprié. L'échantillon est ensuite acidifié et porté à un pH 2 ou moins à l'aide d'acide chlorhydrique dilué. Un volume de 5 ml sera suffisant. L'échantillon est alors placé dans une fiole de séparation et l'on ajoute 30 ml de Fréon® 113 (1, 1, 2 dichloro-1, 2, 2 difluoroéthane) après l'avoir utilisé pour rincer le récipient contenant l'échantillon. La couche de solvant est versée dans un flacon volumétrique de 100 ml. Deux autres extractions de 30 ml de Fréon® 113 sont effectuées et les extraits ajoutés au liquide contenu dans le flacon volumétrique de 100 ml. Le volume total est porté à 100 ml ajoutant du Fréon® 113.

L'échantillon est analysé dans la gamme de 3200 cm^{-1} à 2700 cm^{-1} à l'aide d'un spectrophotomètre infrarouge approprié en utilisant des cuves en paires équilibrées, en silice, pour le proche infrarouge. La teneur de l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.4 Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans l'eau

L'échantillon est recueilli conformément aux indications de la section 11.3.1. Une goutte de l'échantillon est mise dans 0,5 ml d'éthanol et l'on ajoute ensuite 5 gouttes d'hydroxyde de sodium 20 p. 100. Le mélange est alors chauffé pendant quelques minutes, puis refroidi. On ajoute ensuite de l'acide nitrique dilué jusqu'à ce que la solution devienne acide. Le mélange est alors porté à ébullition, puis refroidi. Après avoir ajouté du nitrate d'argent goutte à goutte, on constate la formation d'un précipité blanc qui révèle la présence d'un chlorure d'alkyle (Owen, 1969).

11.5 Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans le sol

11.5.1 Spectroscopie infrarouge de partition (AWWA, 1981). – Cette méthode sert à détecter des teneurs supérieures à 40 ppm en dichloro-1, 2 éthane dans le sol.

On introduit dans un flacon en verre approximativement 20 g de sol, pesé avec précision, qu'on sèche par addition de sulfate de magnésium. Le Fréon® 113 sert à extraire le dichloro-1, 2 éthane du sol. Trois extractions contenant chaque fois 30 ml de Fréon® 113 sont effectués. Ces extraits sont rassemblés dans un flacon volumétrique de 100 ml. Le volume total est porté exactement à 100 ml en ajoutant du Fréon® 113. L'échantillon est analysé dans la gamme de 3200 cm^{-1} à 2700 cm^{-1} à l'aide d'un spectrophotomètre infrarouge approprié en utilisant des cuves en paires équilibrées, en silice, pour le proche infrarouge. La teneur de l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.6 Méthode qualitative de détection du dichloro-1, 2 éthane dans le sol

Un échantillon de sol approprié est placé dans une fiole à extraction et extrait à l'aide de Fréon® 113 comme indiqué à la section 11.5.1. Le produit obtenu est versé dans l'éthanol. Une goutte du produit dissous dans l'éthanol est mélangée à 5 gouttes d'hydroxyde de sodium à 20 p. 100, la solution ainsi obtenue étant chauffée pendant quelques minutes, puis refroidie. Cette solution est alors rendue acide à l'aide d'acide nitrique dilué, puis portée à ébullition et mise à refroidir. Après avoir ajouté une solution de nitrate d'argent, on constate la formation d'un précipité blanc qui révèle la présence de chlorure d'alkyle (AWWA, 1981; Owen, 1969).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE

12.1 Références

APOP 1975: National Academy of Sciences, Assessing Potential Ocean Pollutants, Washington, D.C. (1975).

ASTM 1980: American Society for Testing and Materials, Compilation of Odor and Taste Threshold Values Data, ASTM, Philadelphia, Pennsylvania, ASTM Data Series DS-48A. (1980).

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C., p. 465. (1981).

Berman 1979: Berman, D.W., Anicich, V., Beauchamp, J.L., Journal of the American Chemical Society, Vol. 101, p. 1239. (1979).

Blokker 1971: Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

B.C. 1980: Worker's Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Worker's Compensation Act, Vancouver, British Columbia. (July, 1980).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

CCP 1981: "More Ethylene Planned for Alberta", Canadian Chemical Processing, Vol. 65, No. 8, p. 20. (November, 1981).

CCPA 1982: Canadian Chemical Producers Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1982).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, Texas. (1967).

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, D.C., CG-446-3. (April, 1974).

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, D.C. (1978).

Corpus 1983: Corpus Information Services Ltd., "Ethylene Dichloride", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (April, 1983).

* Listes reproduites de l'édition anglaise

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, Ohio. (1980).

DCRG 1978: Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, Michigan. (1978).

Dillon 1982: M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, Ohio. (1981).

Dow MSDS 1980: Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario. (27 June 1980).

Dow PPS 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Piping Systems, Midland, Michigan, Brochure 178-102-72. (1972).

DPLV 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, Michigan. (1972).

DPPED 1967: DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

Drury 1980: Drury, J.S., Hammons, A.S., Investigation of Selected Environmental Pollutants; 1,2-dichloroethane, U.S. NTIS PB Report, Washington, D.C., PB80-811, 532. (1980).

EPA 560/5-77-003: U.S. Environmental Protection Agency, Review of the Environmental Fate of Selected Chemicals, Washington, D.C., EPA 560/5-77-003. (1977).

EPA 600/9-75-008: U.S. Environmental Protection Agency, Report on the Problem of Halogenated Air Pollutants and Stratospheric Ozone, ESRL-ORD, Washington, D.C., EPA 600/9-75-008. (1975).

EPA 600/2-80-076: Hatayama, H.K., Chen, J.J., deVera, E.R., Stephens, R.D., Storm, D.L., A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, U.S. Environmental Protection Agency, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio. (April, 1980).

EPA 600/3-80-84: Fate of Toxic and Hazardous Materials in the Air Environment, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. (1980).

EPA 600/8-80-023: Dobbs, R.A., Cohen, J.M., Carbon Adsorption Isotherms for Toxic Organics, U.S. Environmental Protection Agency, Waste Water Research Division, Municipal Environmental Research Laboratory, Cincinnati, Ohio, EPA 600/8-80-023. (April, 1978).

EPA 600/8-80-042E: U.S. Environmental Protection Agency, Treatability Manual, Volume V, Summary, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, D.C., EPA 600/8-80-042E. (July, 1980).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J. et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, Ohio, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, D.C. (1980).

Fishbein 1980: Fishbein, L., "Production, Uses, Environmental Fate of Ethylene Dichloride and Ethylene Dibromide", Banbury Report, Vol. 5, pp. 227-238. (1980).

FKC 1975: Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, New York. (1975).

Freeze and Cherry 1979: Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. (1979).

GE 1978: General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, New York. (November, 1978).

GE 1979: General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, New York. (1979).

GPP: Uniroyal, Guide to Polymer Properties, Uniroyal Inc., Mishawaka, Indiana. Not dated.

Hansch and Leo 1979: Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, New York. (1979).

HIS 1969: Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, New York. (1969).

HMIR 1981: World Information Systems, ""Missing" Chemical found in Mississippi Lake", Hazardous Material Intelligence Report, p. 4. (9 October 1981).

Hovius 1973: Hovius, J.C., Waggy, G.T., Convey, R.A., Identification and Control of Petrochemical Pollutants Inhibitory to Anaerobic Processes, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA R2-73-194. (April, 1973).

ICI 1982: Imperial Chemical Industries (ICI), Treatment of Organic Compounds, Appendix 7, Cheshire, England. (April, 1982).

ISH 1977: Mellan, I., Industrial Solvents Handbook, 2nd Edition, Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey. (1977).

Johnson 1980: Johnson, W.W., Finley, M.T., Handbook of Acute Toxicity of Chemicals to Fish and Aquatic Invertebrates, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., p. 83. (1980).

JSSV 1979: Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, New York. (1979).

Kirichek 1979: Kirichek, Y.F., "Effect of 1,2-Dichloroethane on Pea Plants", Rast. Khim. Kantserogeny, (Simp.), Vol. 1, pp. 44-45. (1979).

Lange's Handbook 1979: Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, New York. (1979).

Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross Inc., Stroudsburg, Pennsylvania. (1980).

Ludzak 1960: Ludzak, F.J., Ettinger, M.B., "Chemical Structures Resistant to Aerobic Biochemical Stabilization", J. Water Pollution Control Fed., Vol. 32, No. 11. (November, 1960).

MCA 1971: Manufacturing Chemists Association, Chemical Safety Data Sheet, Washington, D.C. (1971).

Merck 1976: Windholz, M., Budavari, S., Stroumtsos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, New Jersey. (1976).

MHSSW 1976: North Atlantic Treaty Organization (NATO), Manual on Hazardous Substances in Special Wastes, Federal Environmental Agency, Waste Management Division, Berlin, West Germany. (October, 1976).

Morgan 1982: Morgan, J.D., Reid, B.J., Whelen, M.A., Preliminary Examination of the Effects of Ethylene Dichloride on the Hatchability of Eyed Coho Salmon Eggs (Oncorhynchus kisutch), prepared by EVS Consultants for the Environmental Protection Service, Vancouver, B.C. (1982).

MWPP 1978: Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, Massachusetts. (1978).

NIOSH 1976: National Institute of Occupational Safety and Health, Criteria for a Recommended Standard - Occupational Exposure to Ethylene Dichloride, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Cincinnati, Ohio. (1976).

NIOSH 1977: National Institute of Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 122., Cincinnati, Ohio. (April, 1977).

NIOSH 1978: National Institute of Occupational Safety and Health, Revised Recommended Standard - Occupational Exposure to Ethylene Dichloride (1,2 Dichloroethane), U.S. Department of Health, Education and Welfare, Cincinnati, Ohio. (1978).

NIOSH Guide 1978: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, United States Department of Health, Education, and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, D.C. (1978).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, D.C. (1981).

Olin MSDS 1979: Olin Corporation, Material Safety Data Sheet, 1,2-Dichloroethane, Stamford, Connecticut. (April, 1979).

Olin PDS 1980: Olin Chemicals, Ethylene Dichloride Product Data Sheet, Stamford, Connecticut. (1980).

Ontario 1981: Ontario Ministry of Labour, Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in Work Places, (FOR DISCUSSION ONLY), Standards and Programs Branch, Ministry of Labour, Toronto, Ontario. (May, 1981).

Owen 1969: Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, New York, pp. 158-161. (1969).

Patterson 1976: Patterson, R.M., Assessment of Ethylene Dichloride as a Potential Air Pollution Problem, GCA Corp., Bedford, Mass. (January, 1976).

Patty 1981: Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

Perry 1973: Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, New York. (1973).

Personal Communication with Vulcan 1982: Personal Communication, Vulcan Materials Co., Birmingham, Alabama. (8 June 1982).

PPG MSDS 1980: PPG Industries Inc., Material Safety Data Sheet, Ethylene Dichloride, Pittsburgh, Pennsylvania. (November, 1980).

Price 1974: Price, K.S., Waggy, G.T., Convey, R.A., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", J. Water Pollution Control Fed., Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

PTP 1980: Sittig, M. (ed.), Priority Toxic Pollutants, Health Impacts and Allowable Limits, Noyes Data Corp., New Jersey, pp. 124-132. (1980).

Quebec 1979: Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officelle du Quebec: Partie 2, Lois et règlements, L'Editeur Officiel du Quebec. (Novembre, 1979).

Rouse 1961: Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, New York. (1961).

RTDCR 1974: Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, Canadian Transport Commission, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, Ohio. (September, 1980).

Sax 1979: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, New York. (1979).

Streeter 1971: Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, New York. (1971).

Sullivan 1969: Sullivan, R.J., Air Pollution Aspects of Odourous Compounds, National Bureau of Standards, PB 188089. (September, 1969).

Sussex 1977: Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, Illinois. (May, 1979).

TDB (on-line) 1981: Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line. Available from National Library of Medicine, Washington, D.C. (1981).

TDGC 1980: Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

Thibodeaux 1980: Thibodeaux, L.J., Chemodynamics - Environmental Movement of Chemicals in Air, Water and Soil, John Wiley & Sons Inc., New York, New York. (1980).

TLV 1983: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV®s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983/84, Cincinnati, Ohio. (1983).

TPS 1978: GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, California. (1978).

TSA 1980: Shuckrow, A.J., Pajak, A.P., Osheka, J.W., Concentration Technologies for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, Pennsylvania. (1980).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

USDHEW 1977: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Recognition, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

USDHEW 1981: U.S. Department of Health and Human Services, Second Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, D.C. (1981).

Verschueren 1977: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, New York. (1977).

Watts 1982: Watts, R.G., Toxicity of 1,2-Dichloroethane to Rainbow Trout Underyearlings at 12°C and 2.1°C, prepared for Environmental Protection Service, Vancouver, B.C. (1982).

WQC 1963: McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

12.2 Bibliographie

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, Ohio. (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV®s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983/84, Cincinnati, Ohio. (1983).

American Society for Testing and Materials, Compilation of Odor and Taste Threshold Values Data, ASTM, Philadelphia, Pennsylvania, ASTM Data Series DS-48A. (1980).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C., p. 465. (1981).

Berman, D.W., Anicich, V., Beauchamp, J.L., Journal of the American Chemical Society, Vol. 101, p. 1239. (1979).

Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officelle du Québec: Partie 2, Lois et règlements, L'Éditeur Officiel du Québec. (Novembre, 1979).

"More Ethylene Planned for Alberta", Canadian Chemical Processing, Vol. 65, No. 8, p. 20. (November, 1981).

Canadian Chemical Producers Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1982).

Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

Corpus Information Services Ltd., "Ethylene Dichloride", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (April, 1982).

Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, New York. (1979).

M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

Dobbs, R.A., Cohen, J.M., Carbon Adsorption Isotherms for Toxic Organics, U.S. Environmental Protection Agency, Waste Water Research Division, Municipal Environmental Research Laboratory, Cincinnati, Ohio, EPA 600/8-80-023. (April, 1978).

DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario. (27 June 1980).

Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, Michigan. (1978).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Piping Systems, Midland, Michigan, Brochure 178-102-72. (1972).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, Michigan. (1972).

Drury, J.S., Hammons, A.S., Investigation of Selected Environmental Pollutants; 1,2-dichloroethane, U.S. NTIS PB Report, Washington, D.C., PB80-811, 532. (1980).

Environmental Protection Agency, Fate of Toxic and Hazardous Materials in the Air Environment, Washington, D.C., EPA 600/3-80-84. (1980).

Environmental Protection Agency, Treatability Manual, Volume V, Summary, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, D.C., EPA 600/8-80-042E. (July, 1980).

Fishbein, L., "Production, Uses, Environmental Fate of Ethylene Dichloride and Ethylene Dibromide", Banbury Report, Vol. 5, pp. 227-238. (1980).

Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. (1979).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, Illinois. (May 1979).

General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, New York. (1979).

GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, California. (1978).

Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, New York. (1979).

Hatayama, H.K., Chen, J.J., deVera, E.R., Stephens, R.D., Storm, D.L., A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio. (April, 1980).

Hovius, J.C., Waggy, G.T. Convey, R.A., Identification and Control of Petrochemical Pollutants Inhibitory to Anaerobic Processes, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA R2-73-194. (April, 1973).

Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, New York. (1969).

Imperial Chemical Industries (ICI), Treatment of Organic Compounds, Appendix 7, Cheshire, England. (April, 1982).

Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, New York. (1979).

Johnson, W.W., Finley, M.T., Handbook of Acute Toxicity of Chemicals to Fish and Aquatic Invertebrates, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., p. 83. (1980).

Kirichek, Y.F., "Effect of 1,2-Dichloroethane on Pea Plants", Rast. Khim. Kantserogeny, (Simp.), Vol. 1, pp. 44-45. (1979).

Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross Inc., Stroudsburg, Pennsylvania. (1980).

Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, Ohio. (September, 1980).

Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, New York. (1975).

Ludzak, F.J., Ettinger, M.B., "Chemical Structures Resistant to Aerobic Biochemical Stabilization", J. Water Pollution Control Fed., Vol. 32, No. 11. (November, 1960).

Manufacturing Chemists Association, Chemical Safety Data Sheet, Washington, D.C. (1971).

McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

Mellan, I., Industrial Solvents Handbook, 2nd Edition, Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey. (1977).

"'Missing' Chemical Found in Mississippi Lake", Hazardous Materials Intelligence Report, Vol. 2, No. 41, p. 4. (9 October 1981).

Morgan, J.D., Reid, B.J., Whelen, M.A., Preliminary Examination of the Effects of Ethylene Dichloride on the Hatchability of Eyed Coho Salmon Eggs (Oncorhynchus kisutch), prepared by EVS Consultants for the Environmental Protection Service, Vancouver, B.C. (1982).

National Academy of Sciences, Assessing Potential Ocean Pollutants, Washington, D.C. (1975).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, Texas. (1967).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, Massachusetts. (1978).

National Institute of Occupational Safety and Health, Criteria for a Recommended Standard - Occupational Exposure to Ethylene Dichloride, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Cincinnati, Ohio. (1976).

National Institute of Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 122., Cincinnati, Ohio. (April, 1977).

National Institute of Occupational Safety and Health, Revised Recommended Standard - Occupational Exposure to Ethylene Dichloride (1,2-Dichloroethane), U.S. Department of Health, Education and Welfare, Cincinnati, Ohio. (1978).

North Atlantic Treaty Organization (NATO), Manual on Hazardous Substances in Special Wastes, Federal Environmental Agency, Waste Management Division, Berlin, West Germany. (October, 1976).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, D.C. (1981).

Olin Chemicals, Ethylene Dichloride Product Data Sheet, Stamford, Connecticut. (1980).

Olin Corporation, Material Safety Data Sheet, 1,2-Dichloroethane, Stamford, Connecticut. (April, 1979).

Ontario Ministry of Labour, Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in Work Places, (FOR DISCUSSION ONLY), Standards and Programs Branch, Ministry of Labour, Toronto, Ontario. (May, 1981).

Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, New York, pp. 158-161. (1969).

Patterson, R.M., Assessment of Ethylene Dichloride as a Potential Air Pollution Problem, GCA Corp., Bedford, Mass. (January, 1976).

Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, New York. (1973).

Personal Communication, Vulcan Materials Co., Birmingham, Alabama. (8 June 1982).

Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, Ohio, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

PPG Industries Inc., Material Safety Data Sheet, Ethylene Dichloride, Pittsburgh, Pennsylvania. (November, 1980).

Price, K.S., Waggy, G.T., Convey, R.A., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", Journal WCPF, Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, New York. (1961).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, New York. (1979).

Shuckrow, A.J., Pajak, A.P., Osheka, J.W., Concentration Technologies for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, Pennsylvania. (1980).

Sittig, M. (ed.), Priority Toxic Pollutants, Health Impacts and Allowable Limits, Noyes Data Corp., New Jersey, pp. 124-132. (1980).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Inc., New York, New York. (1971).

Sullivan, R.J., Air Pollution Aspects of Odourous Compounds, National Bureau of Standards, PB 188089. (September, 1969).

Thibodeaux, L.J., Chemodynamics - Environmental Movement of Chemicals in Air, Water and Soil, John Wiley & Sons Inc., New York, New York. (1980).

Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line. Available from National Library of Medicine, Washington, D.C. (1981).

Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

Ullmanns Encylopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1973).

U.S. Department of Health and Human Services, Second Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, D.C. (1981).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, United States Department of Health, Education, and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, D.C. (1978).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Recognition, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, D.C., CG-446-3. (April, 1974).

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, D.C. (1980).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, D.C. (1978).

U.S. Environmental Protection Agency, Review of the Environmental Fate of Selected Chemicals, Washington, D.C., EPA 560/5-77-003. (1977).

U.S. Environmental Protection Agency, Report on the Problem of Halogenated Air Pollutants and Stratospheric Ozone, ESRL-ORD, Washington, D.C., EPA 600/9-75-008. (1975).

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, New York. (1977).

Watts, R.G., Toxicity of 1,2-Dichloroethane to Rainbow Trout Underyearlings at 12°C and 2.1°C, prepared for Environmental Protection Service, Vancouver, B.C. (1982).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, Ohio. (1980).

Windholz, M., Budavari, S., Stroumtsos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, New Jersey. (1976).

Worker's Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Worker's Compensation Act, Vancouver, British Columbia. (July, 1980).

World Information Systems, ""Missing" Chemical found in Mississippi Lake", Hazardous Material Intelligence Report, p. 4. (9 October 1981).